ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

DE

LA CELLULE VÉGÉTALE

DE SON IMPORTANCE

AU POINT DE VUE DE LA MATIÈRE MÉDICALE

THÈSE

PRÉSENTÉE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

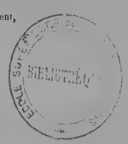
LE 11 AOUT 1870

Pour obtenir le titre de Pharmacien de première classe

PAR

Louis THÉNOT (de Mâcon)

Préparateur des cours de l'École supérieure de Paris,
Lauréat de l'École, prix Ménier 500 et médaille d'argent,
Interne grand prix des hôpitaux (médaille d'or),
Médaille de bronze de l'Assistance publique,
Essayeur (diplômé de l'Hôtel des Monnaies de Paris).



SAINT-GERMAIN
DE L'IMPRIMERIE L. TOINON ET Cᵉ
80, RUE DE PARIS, 80

1870

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

DE

LA CELLULE VÉGÉTALE

DE SON IMPORTANCE

AU POINT DE VUE DE LA MATIÈRE MÉDICALE

THÈSE

PRÉSENTÉE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

LE 11 AOUT 1870

Pour obtenir le titre de Pharmacien de première classe

PAR

Louis THÉNOT (de Mâcon)

Préparateur des cours de l'École supérieure de Paris,
Lauréat de l'École, prix Ménier 500 et médaille d'argent,
Interne grand prix des hôpitaux (médaille d'or),
Médaille de bronze de l'Assistance publique,
Essayeur (diplômé de l'Hôtel des Monnaies de Paris).

SAINT-GERMAIN
DE L'IMPRIMERIE L. TOINON ET Cie
80, RUE DE PARIS, 80

1870

A LA MÉMOIRE DE MON GRAND-PÈRE

A MON PÈRE, A MA MÈRE

EXPRESSION DE MA VIVE RECONNAISSANCE

POUR VOS LONGS SACRIFICES

A TOUS CEUX DE MES MAITRES

A L'ÉCOLE DE PHARMACIE, A L'ÉCOLE DE MÉDECINE,
OU DANS LES HÔPITAUX QUI ONT BIEN VOULU S'INTÉRESSER
A MOI DANS LE COURS DE MES ÉTUDES

EXPRESSION DE MA GRATITUDE

A MON FRÈRE, A MES AMIS



INTRODUCTION



En commençant ce travail, qu'il me soit permis d'offrir à tous mes maîtres le tribut de ma reconnaissance. J'adresse en particulier à mon excellent maître, M. Châtin, l'expression de ma plus vive gratitude pour m'avoir, dès mon arrivée à Paris, entouré de la plus amicale bienveillance et des savants conseils de son expérience, et à M. Planchon qui a mis gracieusement à ma disposition quelques documents particuliers, résultat de ses laborieuses recherches.

Je remercie en particulier mon ami le docteur P. Latteux d'Espagne, qui depuis quatre ans m'a initié à la pratique du microscope et qui, me communiquant quelque peu de l'habileté qu'il a acquise à la longue, a pu me mettre en mesure d'entreprendre un travail long et pénible, en m'évitant les déceptions sans nombre qui attendent toujours l'étudiant micrographe. Je le remercie du concours qu'il a bien voulu me donner dans l'accomplissement de ma tâche.

Je rends aussi un hommage reconnaissant à M. Gilbert dont le nom est bien connu dans le monde artistique : en deux leçons de gravure, il m'a mis à même de graver moi-même sur cuivre

les figures de toutes mes préparations microscopiques que j'avais préalablement dessinées à la chambre claire.

Sur le point de soutenir, devant mes juges, une thèse sur la cellule végétale, je tiens à exposer en peu de mots les motifs qui m'ont guidé dans le choix de mon sujet.

Par suite de mes fonctions de préparateur à l'école, chargé, sous la direction du professeur Châtin, du laboratoire des études micrographiques, j'ai dû, pour être à la hauteur de ma tâche, consacrer une grande partie de mon temps à l'étude des nombreuses questions de physiologie et d'anatomie végétale.

Le sujet que j'aborde est bien vaste, ses limites sont encore bien incertaines, et je ne me dissimule pas qu'il reste beaucoup à faire pour parfaire mon œuvre. J'étais même tellement persuadé de ce que j'avance, que mon intention avait été de reculer d'abord et de présenter un travail dès longtemps élaboré qui m'avait déjà valu le prix Ménier, mais je n'ai pas cru qu'il fût digne de l'école de faire revivre sous une forme plus ou moins déguisée un mémoire déjà jugé par elle.

Mon but a donc été de présenter une question d'ensemble aussi rapide et aussi complète que le comportait le cadre que je m'étais tracé. J'ai voulu réagir contre cette tendance que l'on a à négliger le côté théorique et pratique des sciences naturelles, tout aussi importantes pour le pharmacien que les sciences chimiques et beaucoup plus utiles pour lui que les théories élevées de la physique. J'ai beaucoup vécu au milieu de mes collègues et jusqu'à présent j'avais toujours vu négliger par tous la partie anatomique. Si c'est la partie la plus difficile, c'est certainement aussi la plus intéressante, car c'est elle qui peut nous permettre de pénétrer dans la vie intime du végétal, de saisir quelques-uns des secrets de l'existence des plantes.

En entreprenant l'étude de la cellule végétale, je me suis proposé tout d'abord de bien connaître l'élément fondamental

de tous les tissus, de le suivre à travers toutes les modifications qu'il éprouve dans la série végétale, tant dans sa forme que dans ses fonctions; j'ai cherché en faisant une étude approfondie à faciliter peut-être à d'autres des recherches plus complètes, et elles sont du reste impossibles sans ces notions.

Frappé de l'inconvénient qui résulte parfois de faire dessiner ses coupes et de les faire ensuite graver par un artiste qui souvent n'est pas micrographe, j'ai pris la question par le commencement et j'ai cherché à la résoudre complétement. J'ai multiplié les préparations microscopiques faites avec le plus grand soin. J'en ai fait près de 400 en plusieurs séries parallèles; elles peuvent se conserver indéfiniment dans des liquides appropriés à chacune d'elles: aussi je prends ici la liberté d'offrir à chacun de mes maîtres une boîte contenant des préparations; ils pourront vérifier l'exactitude de mes assertions. C'est sur ces préparations que j'ai fait toutes mes planches et toutes mes gravures. Si mes planches se ressentent de mon inexpérience dans l'art du graveur et du peu de temps que j'ai pu leur consacrer, je n'en ai pas moins cherché à rendre fidèlement les coupes que j'avais faites. J'ai rejeté les dessins schématiques que l'on trouve trop souvent dans les ouvrages scientifiques; ils satisfont l'esprit du lecteur, mais quand l'élève fait une coupe qu'il croit reproduite devant lui, il est tout surpris de ne rien reconnaître. Bien que, pour un débutant, il ne soit pas toujours facile de faire une coupe mince, il ne faut pas se rebuter, et du reste, il ne faut point toujours faire des coupes minces, ainsi que j'ai pu m'en convaincre à chaque pas dans le cours de ce travail. Si dans certains cas j'ai cherché à avoir l'épaisseur la plus réduite (et on y parvient facilement à l'aide de divers instruments dont je ne veux point faire ici une description), il est néanmoins des cas où l'on est forcé de donner à la préparation une certaine épaisseur, toutes les cellules à cristaux, par exemple;

aussi, parce qu'ils manquaient à ce soin, j'ai vu des gens très-habiles ne pouvoir obtenir les gros cystolithes de la couche sous-épidermique du *ficus elastica,* le tranchant du rasoir les enlevait régulièrement ; beaucoup d'autres préparations sont dans le même cas. Tous mes dessins sont faits à la chambre claire d'Ibartenack, et le grossissement, variable pour chacune d'elles, sera indiqué à chaque figure. Dans un grand nombre de mes préparations on peut trouver les cellules, vaisseaux divers parfaitement isolés sur le porte-objet, ce qui s'obtient à l'aide de quelques petits tours de main et en dissociant à l'aide des réactifs ces éléments que je voulais reproduire isolément.

J'ai cherché, en résumant le plus possible dans ce travail les notions éparses dans un grand nombre de publications, en prenant pour exemple des types non cités, sinon à faire un travail nouveau, du moins une question d'ensemble qui n'était nulle part présentée d'une façon aussi complète et aussi pratique. Bien que, d'après mon titre, j'aie à traiter un organe isolé, je l'ai reproduit dans ses rapports avec lui-même et avec les différents organes qui constituent les végétaux, tels que vaisseaux, trachées, fibres, etc., qui ne sont du reste que des modifications de la cellule, mais j'ai toujours cherché sur mes préparations le point où l'exemple que je citais existait avec le plus de netteté. L'histoire individuelle de chacun de ces organes sera présentée méthodiquement dans le cours de ce travail.

Je ne veux point cependant sortir de mon cadre et suivre les modifications particulières que peut subir la cellule pour constituer de véritables organes, tels que poils, stomates, constitués par un nombre en général très-restreint de cellules, je serais entraîné trop loin.

Je ne me suis pas lancé dans ces discussions philosophiques qui plaisent tant aux Allemands; ce n'est que par la suite, quand

une série d'expériences plus positives aura pu trancher les difficultés, que l'on pourra être fixé sur certains points.

En faisant l'étude de la question au point de vue de l'enseignement botanique de notre cher professeur M. Châtin, je n'ai point perdu de vue l'application capitale que le pharmacien expérimenté peut faire à chaque pas des notions micrographiques exactes. Comme disait un de nos maîtres dans une séance publique le pharmacien doit être le savant de sa localité et c'est souvent lui que l'on vient prendre pour arbitre non-seulement dans les questions de chimie, mais dans beaucoup d'autres où l'homme instruit pourra toujours utiliser ses connaissances; quelques exemples pourront convaincre de l'importance du microscope dans un grand nombre d'expertises. Je ne veux point entrer dans le domaine de la physiologie animale. Les fécules par exemple peuvent être mêlées plus ou moins frauduleusement; chaque grain par sa forme spéciale propre peut déjà être nettement distingué de celui d'une autre espèce et si nous voyons peut-être certains charlatans faire des fortunes scandaleuses en vendant très-cher, sous des noms pompeux, des mélanges des fécules les plus vulgaires, c'est parce que l'on ne s'est point élevé contre eux, parce que l'on ne démontrait pas à l'acheteur la vraie nature du produit.

Dans les questions de matière médicale purement pharmaceutique, nous avons vu des savants en Allemagne, en France M. Planchon, constituer un ensemble de caractères toujours fixes qui permettent de reconnaître sûrement certains produits de la matière médicale difficile à distinguer ou à classer. Car souvent on n'a sur l'histoire du produit que des notions incertaines, et souvent fausses. Les caractères objectifs et sensibles ne fournissant rien, les caractères de la structure anatomique viennent souvent résoudre la question. Quelques observations particulières nous le démontreront clairement par

l'étude des salsepareilles et des ipécas. M. Planchon, en vulgarisant à l'école de Paris ces notions importantes, a ouvert à la matière médicale un champ nouveau et fécond. Plusieurs thèses déjà soutenues à l'école prouvent que la parole du maître n'a pas été perdue.

En créant à la même époque un laboratoire de micrographie, M. Châtin a comblé une lacune qui existait alors à l'école dans l'enseignement des sciences naturelles. Au cours théorique et pratique de M. Bruignet on apprenait bien l'usage et le maniement de l'instrument, mais si je puis m'exprimer ainsi, on n'avait pas le temps de le connaître à cause du peu de temps que l'on y pouvait consacrer. Aussi on ne prenait point tout l'intérêt que beaucoup de nous prennent maintenant à cette étude.

Pour mon compte particulier, je remercie bien vivement ceux de mes maîtres à l'enseignement desquels je dois mon expérience micrographique; quand on sait manier un microscope et interpréter ce qu'il vous fait voir, on n'est jamais seul.

Avant d'aborder l'histoire de la cellule, il ne sera pas indifférent de présenter un historique rapide de la question et de montrer par quelles phases la cellule a passé depuis l'antiquité jusqu'à nos jours. Nous verrons combien les connaissances en matière d'histologie végétale restèrent bornées jusqu'au jour où Jansen (1590) inventa le microscope qui devait ouvrir une ère nouvelle aux recherches anatomiques, faire tomber toutes les vieilles théories basées pour la plupart sur les idées plus ou moins hypothétiques des naturalistes anciens, et apporter par la connaissance des organes élémentaires des notions précises sur la physiologie végétale.

Empédocle d'Agrigente est le premier qui se soit occupé de l'étude des végétaux. Aristote nous a conservé quelques fragments de sa théorie (Aristoteles, *De anima*, II, 4). Il n'a en résumé émis que des idées générales sur la vie des plantes.

Anaxagore de Klézomène s'occupa seulement des relations générales des plantes.

Démocrite d'Abdère a écrit un livre sur la nature des plantes. Il n'en reste que quelques fragments.

Aristote vint après et traita de l'organisation des plantes dans un ouvrage intitulé : *Théorie des végétaux*. Les idées se

résument en quelques vues générales sur la vie et l'économie des plantes.

Théophraste d'Erésa est l'élève d'Aristote; il est le premier qui ait donné quelques idées générales sur la structure intime des plantes.

Il distingua d'abord, selon la doctrine de son précepteur, des fibres et des veines dans les animaux et en appliquant cette théorie à l'organisation de la plante, il nomma nerfs ou fibres (ινας) les parties de la plante qui sont allongées et qui peuvent être fendues mais qui ne propagent pas et sont inféconds et veines (φλεϐας) celles qui sont semblables aux fibres, mais plus grandes et plus grosses et pourvues de rameaux et de fluide. De plus il distingua le bois (ξὒλον) et la chair (σάρξ).

On voit par cette citation qu'il a examiné les plantes autant qu'il l'a pu à l'œil nu et il semble qu'il nomme nerfs ou fibres les faisceaux des vaisseaux les plus visibles qui forment le corps ligneux dans le bois et tous les rudiments du bois dans les plantes annuelles, et qu'il nomme veines, les vaisseaux propres, visibles à l'œil nu dans certaines plantes ou arbres (chélidoine, sapin).

Cette théorie de Théophraste a subsisté jusqu'à Malpighi et Grew. Il y a donc comme on le voit un espace de plusieurs siècles pendant lequel les choses sont restées complétement stationnaires. Ce n'est qu'à partir du XVI[e] siècle que l'on voit surgir de nouveaux expérimentateurs et de nouvelles théories.

André Cœsalpin, sectateur de Théophraste, croit que les plantes ne sont pas douées des mêmes veines que les animaux; mais qu'il y a pourtant des canaux remplis de fluide nutritif, ce que l'on voit clairement dans les plantes laiteuses. Les feuilles prennent suivant lui leur origine de l'écorce et les veines et nerfs, du liber.

Après Cœsalpin viennent Joannes Costœus (*De universa stirpium natura*, 1578);

Adrian Spigel (*Isagoge in rem herbarian* 1605);

Kenelmus Dybœus. (*Dissertatio de plantarum veg.*, 1663);

Nathan Henshaw. En 1661, il découvrit les vaisseaux spiraux dans le noisetier.

Robert Hooke (*Micrographia*, 1665) étudia les canaux succifères, qu'il croyait munis de valvules; il a fait des expériences sur la texture du parenchyme cellulaire de la plante.

Mariotte en 1679 crut voir la membrane dans les vaisseaux et les fibres. Les vaisseaux lui paraissaient semblables aux veines des animaux.

A partir du XVIII[e] siècle une ère nouvelle commença avec l'application régulière du microscope aux études d'anatomie végétale, et en peu de temps on constate des progrès remarquables.

Grew et Malpighi sont les premiers qui aient fait usage du microscope, pour étudier l'organisation des plantes.

Leuwenhoeck contribua après eux aux progrès de ses successeurs.

Citons encore Gleichen et Hedwig, vers le milieu du XVIII[e] siècle.

Nous arrivons enfin au XIX[e] siècle où commencent les travaux véritablement exacts et sérieux que nous devons aux recherches de Mirbel, Link, Treviranus, Sprengel, Rudolphi, Kieser, Dutrochet et Amici. Ces savants ont publié des recherches nombreuses sur la constitution des tissus végétaux et ces travaux accompagnés de figures ont un intérêt considérable. Il y avait à cette époque trois théories par lesquelles s'expliquait alors la structure du tissu végétal.

On avait remarqué dans la coupe d'une plante des cavités inégales, arrondies, angulaires, hexagonales.

Dans une coupe longitudinale, au contraire, on avait observé des cavités tubuleuses, pourvues ou dépourvues de cloisons transversales.

Les cavités closes de toutes parts furent désignées sous le nom de cellules ou d'utricules, les tubes sous celui de vaisseaux dans le premier cas, et de fibres quand il y avait des cloisons

De là trois théories :

1° Le tissu végétal est formé de fibres très-ténues et diversement entre-croisées (Grew, Théophraste).

2° Le tissu végétal est une membrane continue de toutes parts et dont les dédoublements variés produisent les vides clos ou tubuleux qu'on y observe. (Mirbel.)

3° Le végétal est essentiellement formé de cellules ou d'utricules, diversement soudées ensemble, et de vaisseaux qui, par divers modes de développement et de cohésion, forment tous les organes (Malpighi et les modernes).

La comparaison de ces trois théories ressortira naturellement de l'exposition des faits dans laquelle nous allons entrer en décrivant le tissu utriculaire.

Pour achever cet aperçu historique, il nous reste à mentionner les noms d'un grand nombre de savants qui ont fait, par leurs travaux, puissamment avancer les sciences histologiques ou les ont appliquées. Leurs noms, du reste, reviendront à chaque pas dans le cours de ce travail.

Brongniart, De Jussieu, Richard, de Candolle, Gaudichar, Payen, Châtin, Auguste de Saint-Hilaire, Planchon, en France.

Link, Schleiden, Schacht, Unger, Mohl, en Allemagne.

Brown et Lindley, en Angleterre.

Il serait trop long de citer les travaux de tous ces savants dont les idées reviendront à chaque pas dans le cours de ce travail.

Le règne inorganique a pour dernière expression la molécule. Le règne organique (végétaux et animaux) présente en dernière analyse un élément particulier possédant toujours des caractères communs, la cellule.

Quelques mots d'explication à ce sujet. Si l'on examine une plante quelconque, il est facile de voir, à première vue, qu'elle est formée d'un certain nombre de départements ou d'organes qui exécutent, chacun en ce qui le concerne, une fonction spéciale; telles sont la racine, la tige, la fleur, la feuille, etc.

Chacun d'eux, considéré isolément, peut être, à l'aide du scalpel, séparé en diverses parties parfaitement dissemblables bien que formant, avant leur désunion, un même tout.

Ces parties dissemblables dans un même organe se retrouvent dans d'autres, c'est-à-dire qu'elles sont similaires dans des organes différents. Ces parties similaires constituent en anatomie végétale les systèmes. Systèmes cellulaire, fibreux, vasculaire, etc.

Notre but, dans cette thèse, est d'étudier en eux-mêmes, indépendamment des organes qu'ils contribuent à former, ces organes similaires auxquels on a donné le nom de parties élémentaires. Ce sont les dernières parties auxquelles on puisse arriver par l'analyse anatomique, c'est-à-dire sans décomposition chimique et par simple dissociation ramener les tissus végétaux. Disons tout de suite que ces éléments se présentent en général sous forme de petits corps de volume variable, composés de matières organisées libres ou contiguës, offrant un ensemble de caractères géométriques, physiques et chimiques spéciaux, ainsi qu'une structure sans analogue avec les corps bruts.

Ces caractères, variables pour chaque élément en particulier, permettent de les reconnaître dans toutes les circonstances où ils se présentent. En un mot, ces petits corps ont un rôle propre

et déterminé, et forment par leur union des masses ou tissus variés bien caractérisés et bien tranchés sur la plante adulte ; mais si l'on assiste à la formation du nouvel être, et par conséquent à l'évolution des tissus qui entrent dans la composition des organes, on constate que ces tissus divers qui se spécialisent par des caractères distinctifs quand leur développement est parfait, se confondent à leur point de départ et procèdent d'une formation primordiale, laquelle affecte la forme de cellule.

Le tissu cellulaire est donc le tissu mère de l'économie, et c'est de lui que dérivent tous les autres.

Notre intention n'est pas de faire ici un parallèle entre la cellule végétale et la cellule animale. Nous serions entraîné trop loin dans cette étude à peine encore ébauchée, et dans laquelle le micrographe découvre à chaque pas des horizons nouveaux. Nous dirons cependant quelques mots à ce sujet, alors qu'il nous faudra parler de certaines cellules organisées, dont la nature végétale ou animale n'est pas encore parfaitement élucidée.

Établissons dès maintenant qu'au point de vue chimique les éléments anatomiques animaux se distinguent de ceux des végétaux dans lesquels prédomine la cellulose, en ce qu'ils ont pour principes immédiats des substances organiques azotées.

Comme caractères particuliers de deuxième ordre, notons qu'ils ne sont pas cloisonnés quand ils sont tubuleux, et qu'ils manquent le plus souvent de cavité, lors même qu'ils ont la forme cellulaire.

Quoi qu'il en soit, ce sont ces éléments, ces cellules, qui, par leur enchevêtrement mutuel, constituent les tissus. C'est en eux individuellement qu'est concentré le principe vital spécial, et non dans les tissus qui ne vivent que par le résultat de toutes les petites forces vitales des cellules prises isolément.

Avant d'aborder l'étude de la cellule, envisagée comme élé-

ment, il n'est pas inutile de remonter un peu plus haut dans l'origine des choses, et de consacrer quelques lignes à l'étude de la matière dite organisée, au sein de laquelle prend toujours naissance la cellule. Nous disons toujours, car nous n'admettons pas comme suffisamment établis les faits qui feraient naître une cellule là où n'existait pas une cellule mère primitive. Nous ne voulons pas en effet entrer dans l'examen de la genèse spontanée, nous serions entraîné hors de notre sujet. Nous préférons laisser au temps le soin de trancher cette question si délicate et si controversée.

Pour arriver à l'organisation d'un tissu, constatons dès maintenant qu'il y a autre chose qu'un arrangement mécanique de parties élémentaires figurées. Il y a au delà une force, un certain état de la matière en mouvement, qui a pour effet de grouper en éléments les atomes dont se trouve composée la substance dite douée d'organisation. Il en résulte une association de principes divers moléculairement unis en un système commun temporairement indissolubles. C'est là ce qu'on entend par organisme d'une façon générale.

Il y a comme on sait de nombreux degrés dans l'état d'organisation. Aussi, pour prendre le plus simple de tous, nous dirons qu'une substance est organisée, qu'elle vit, en un mot, si elle est constituée par des principes immédiats appartenant au moins à trois classes distinctes, unis atomes à atomes, quand bien même cette substance, à première vue, serait complétement homogène, hyaline, sans structure en un mot. En effet, la substance intercellulaire des plantes qui présente ces caractères n'est-elle pas organisée ?

Si nous prenons un exemple plus élevé, nous trouvons un autre caractère d'ordre organique qu'on ne retrouve nulle part ailleurs que dans les corps vivants : c'est d'avoir une structure, c'est-à-dire d'être formé de molécules organisées, diversement

groupées, et groupées toujours de la même façon pour tel ou tel élément. Prenons l'exemple de la cellule. Forme, volume, consistance, couleur, composition chimique, varieront selon le lieu où on observera cet élément. Dans la cellule elle-même, individu isolé, on pourra constater que l'enveloppe, le noyau, les granulations, le nucléole ont une structure propre.

L'un des caractères importants de la substance organisée est donc de ne pas être identique avec elle-même dans toute la masse de chaque être qui en est constituée. Ici elle est en couches amorphes, ailleurs à l'état de granulations, de filaments; chacune de ces parties offre à son tour une consistance, une couleur, des réactions chimiques différentes.

A partir du degré d'organisation le plus simple, c'est-à-dire du moment où il y a structure on n'observe plus, dans la constitution végétale, de parties nouvelles ou de caractères d'ordre nouveau : ce ne sont plus que des groupements nouveaux de ces parties élémentaires amorphes ou figurées primitives. Il existe en un mot des tissus.

Si nous examinons les tissus végétaux, nous verrons que la matière organisée se présente sous deux formes : 1° les granulations; 2° les matières amorphes.

Les premières sont constituées par la matière organisée à l'état de poussière. On la rencontre un peu partout, disposée en corpuscules extrêmement petits, dont le volume, selon les espèces, oscille entre 2 et 4 millièmes de millimètre au plus. Ces granulations, formées de petites parcelles de forme ovoïde ou polyédrique, n'ont pas de structure appréciable. En général, ces corpuscules sont inclus dans d'autres éléments dont ils forment partie constituante.

Les secondes, représentées par des substances organisées liquides, constituent le protoplasma ou cytoblastème, et tiennent généralement en suspension de fines granulations moléculaires.

Disons ici quelques mots de ces deux formes de la substance organisée ; nous les étudierons isolément plus loin avec tous les développements nécessaires.

1° *Granulations moléculaires.* — Il y en a de plusieurs sortes. *a.* Granulations graisseuses faciles à distinguer de toutes les autres, en ce qu'elles ont un pouvoir réfringent considérable, en ce qu'elle présentent un contour ombré et un centre brillant, offrant presque toujours la coloration jaunâtre caractéristique des corps gras, la couleur dite ambrée. Ces granulations sont quelquefois en nombre considérable, et occasionnent aux coupes un manque de netteté dont on ne parvient à triompher qu'en traitant la préparation par l'éther ou le chloroforme.

b. Granulations de chlorophylle.

c. Granulations azotées diverses.

Nous reviendrons plus loin très en détail sur ce sujet.

Notons en passant une propriété commune à toutes les granulations moléculaires : c'est que lorsqu'elles se trouvent dans un liquide qui n'est pas trop visqueux, elles sont agitées d'un mouvement continuel d'oscillation sur place, sans locomotion, à proprement parler. C'est ce que l'on a désigné sous le nom de mouvement brownien. Ce mouvement, qui dans l'origine semblait analogue à celui des spermatozoïdes, doit en être séparé, puisqu'il s'observe non-seulement sur des parties d'ordre organique, mais encore sur des poussières minérales (or, charbon). Il est difficile de dire quelle est la cause de ce phénomène. Nous ne voulons pas discuter les nombreuses opinions émises à cet égard. Disons seulement que ce mouvement n'est nullement caractéristique de la nature organique d'une granulation. Ce mouvement est plus ou moins rapide, selon les variétés de granulations moléculaires. Il est très-actif dans les granulations graisseuse et pigmentaire ; mais nous ne l'avons jamais constaté d'une façon aussi énergique que dans les cellules d'un acidium

croissant sur les feuilles d'un picris, et que nous avons eu occasion d'étudier l'année dernière. Outre la grosseur des granulations qui rendaient le phénomène encore plus net, on pouvait constater un mouvement de trépidation tellement actif, qu'une granulation quelconque parcourait en une minute le champ du microscope.

Ces granulations moléculaires douées du mouvement brownien, sont extrêmement utiles, pour établir, au point de vue micrographique, si telle cellule est pleine ou creuse ou remplie d'un liquide. Dans le premier cas ces granulations sont immobiles; dans le deuxième, elles sont agitées du mouvement brownien. Il peut arriver que bien que le mouvement ne se reproduise pas, l'élément n'en soit pas moins une vésicule creuse : c'est lorsque le liquide contenu est trop dense pour permettre au mouvement de se produire. On le détermine facilement en ajoutant de l'eau à la préparation, par suite de l'endosmose le liquide diminue de densité et le phénomène se produit.

2° *Matière amorphe.* — Il faut classer, dans cette définition, les blastèmes, nom sous lequel Mirbel comprenait dans l'embryon végétal tout ce qui n'était pas cotylédon, tigelle, gemmule ou radicule. Ce nom est actuellement relégué dans le domaine de l'histologie animale.

3° Les matières amorphes que l'on rencontre dans les végétaux sont : 1° le liquide intracellulaire et 2° la matière qui unit les cellules entre elles.

Le premier est contenu dans les cellules; on l'appelle protoplasma. Il forme une des parties constituantes de la cellule

La matière organique amorphe unissante existe dans la plupart des tissus végétaux, interposée aux éléments anatomiques figurés. Elle n'a donc pas de forme propre et présente même assez rarement des granulations dans sa masse.

Elle n'existe pas dans les végétaux jeunes, mais ne se montre qu'après un certain temps d'existence. Elle est en quelque sorte une espèce d'exsudation de la cellule qui s'interpose entre les parois de deux éléments voisins.

Dans les plantes nous trouvons un grand nombre d'exemples de cette matière organique amorphe : telles sont la cuticule, la substance intercellulaire proprement dite, la substance gélatiniforme de beaucoup d'algues (nostoc callithammion).

Tout élément anatomique végétal figuré se compose d'une paroi limitant une cavité pleine d'un contenu de nature différente de l'un à l'autre. Ces caractères sont constants dans les tissus végétaux.

La paroi ou enveloppe est toujours bien distincte du contenu; souvent on voit deux lignes parallèles qui limitent son épaisseur, et dans un certain nombre de cas, par une pression suffisante, on peut, sous l'objectif du microscope, constater sa rupture et la sortie des matières qui y étaient contenues.

A la paroi adhère généralement un corps particulier qui en fait partie, au moins pendant quelque temps, car son existence n'est que temporaire, c'est le noyau, qui lui-même montre dans son intérieur un ou plusieurs corps plus petits qui ont reçu le nom de nucléoles.

Au point de vue chimique la paroi est formée de cellulose unie à quelques sels ou à de la subérine, ou à du xylogène, ou bien à de la subérine presque pure combinée avec des sels et un peu de cellulose. Cette paroi porte le nom de paroi de cellulose d'une façon générale, parce que ce principe s'y rencontre presque constamment.

Dans certains végétaux (champignons, algues) il est remplacé par une substance qui en diffère un peu : la fongine.

Cette paroi le plus souvent est tapissée d'une seconde membrane ou couche formée de substances organiques azotées demi-

solides, à laquelle on a donné le nom d'utricule primordial. Cette membrane est facile à observer dans certaines conferves, ou bien dans les cellules de la racine du loroglossum hircinum.

Le noyau appelé encore cytoblaste ou nucléus (de κυτος, cavité; βλαστός, germe) est un corpuscule particulier qui fait en quelque sorte partie de l'utricule primordial. Il est formé de la même substance azotée et jaunit par l'iode.

Comme l'utricule primordial, il est sans moyen d'union avec la paroi de cellulose, autre que le contact; comme lui il est lié à la période de développement, et à celle d'activité nutritive de la cellule; c'est là qu'il faut chercher la cause de sa persistance quand on le rencontre dans des organes où persiste cette activité de nutrition. Son existence est liée à celle de l'utricule et on ne le constate que dans les cellules les plus connues, il est vrai, où il en existe un. Là où il y a noyau, il y a toujours utricule.

Ainsi le noyau n'appartient pas à la paroi de cellulose, mais à l'utricule primordial qui en tapisse la face interne, et par ses relations avec lui, montre qu'il est une partie fondamentale de la cellule.

Le nucléole ou les nucléoles, quand il y en a deux ou trois, sont des corpuscules très-petits, 2 à 4 millièmes de millimètre, mais pourtant plus gros et plus brillants au centre que les granulations moléculaires ou noyaux. Ils sont généralement sphériques, à bords nets et foncés, à masse homogène et sans granulations à l'intérieur comme le noyau. On a quelquefois cependant noté à leur centre une granulation brillante appelée nucléolule.

Les nucléoles manquent très-souvent Il nous reste à étudier le contenu.

Il peut être liquide, solide ou gazeux.

1° Liquide. Ce sont ou des substances huileuses comme on

en rencontre dans les cellules des semences dites oléagineuses ou des huiles essentielles, comme on en observe dans les aurantiacées. Le contenu peut être encore aqueux et tenir en suspension des granulations moléculaires azotées, des grains de fécule ou de chlorophylle. Ce contenu aqueux a été appelé protoplasma. Il est coagulable par les agents qui précipitent l'albumine et se colore en jaune ou en jaune brun par la teinture d'iode, comme le font les substances organiques azotées.

2° Solide. Constitué par des grains de fécule pressés les uns contre les autres, dans les interstices desquels se trouvent des gouttes d'huile (cyperus esculentus), ou par de la chlorophylle en grains isolés ou amorphes.

3° Gazeux. Formé d'acide carbonique et d'oxygène, quelquefois d'azote. Ce contenu gazeux ne se montre jamais dans une jeune cellule, il n'apparaît que lorsque par une cause quelconque le contenu liquide a disparu.

Les données qui précèdent nous permettent d'établir que tous les éléments anatomiques des végétaux sont des cellules, dans le sens propre du mot. Cependant lorsqu'on veut en étudier tous les caractères, on ne tarde pas à constater qu'ils se séparent en groupes très-différents de façon à constituer des types, ou peut-être même des espèces distinctes, bien que dans les premiers moments de leur existence ils offrent les caractères généraux de forme, de volume, de structure générale des cellules. Tous passent par l'état de cellules, même ceux qui plus tard prendront la forme de fibres, de tubes, etc.

Nous décrirons en conséquence dans cette étude quatre types de cellules.

1° Cellules proprement dites ; 2° cellules filamenteuses ; 3° cellules fibreuses ; 4° cellules vasculaires.

Premier type. — Cellules proprement dites. Ce sont des éléments sphériques ovoïdes cylindriques, polyédriques, aplatis

ou étoilés, à peu près d'égale dimension en tous sens, ou ayant une longueur égale à trois ou quatre fois la largeur et également adhérents aux éléments voisins dans tous les sens.

C'est dans ce type que nous ferons rentrer les individus des espèces végétales qui ne sont représentées que par un seul élément anatomique libre et isolé ayant une existence indépendante (diatomées, palmellées).

Ce premier type offre un grand nombre de variétés que nous étudierons plus loin.

Deuxième type. — Cellules filamenteuses. Éléments cylindriques rarement prismatiques par compression réciproque, dans lesquelles un diamètre étroit coïncide avec une longueur 8, 10 et 50 fois plus grande et ayant des parois minces, assez souvent des ramifications et une adhérence plus grande par leurs extrémités contiguës que par la périphérie lorsque toutefois elles ne sont pas libres.

Ce type est représenté par les cellules des filaments de mycelium de tous les cryptogames, souvent par une partie de leur stipe ou la totalité de celui-ci dans les espèces simplement filamenteuses. C'est à ce type que se rattachent les filaments qui accompagnent la graine de certaines salicinées, du coton, etc.

Troisième type. — Cellules fibreuses ou fibres. Éléments superposés bout à bout, cylindriques, à diamètre généralement étroit et longueur considérable avec des parois épaisses adhérant généralement bien plus ensemble par leurs extrémités que par leur circonférence. Ce type est représenté par des cellules qui, superposées bout à bout, en empiétant l'une sur l'autre à l'aide des extrémités coniques, forment les fibres ligneuses du bois et celles du liber.

Quatrième type. — Cellules vasculaires. Éléments superposés ou articulés bout à bout, à parois minces, plus souvent cylindriques que polyédriques, étroits et à extrémités conoïdes,

empiétant l'un sur l'autre, ou bien larges et à extrémités aplaties, exactement superposés, généralement beaucoup plus longs que larges.

Il importe de signaler ici un certain nombre d'éléments anatomiques végétaux qui au premier abord sont de simples cellules, mais qui s'en distinguent par leur manière d'être physiologique qui en fait de véritables organes. Dans l'origine, ils n'étaient en effet que des cellules, mais ils ont acquis plus tard un certain nombre de caractères qui leur ont permis de jouer un rôle plus considérable.

Plusieurs pourtant conservent toujours une analogie plus ou moins grande avec les cellules dont ils dérivent. C'est ainsi qu'il en est qui gardent toute leur existence une paroi close de toutes parts, et une cavité distincte, tandis que d'autres n'ont plus de cavité distincte de la paroi et forment une masse aussi dense vers le centre que vers la périphérie sans présenter même d'enveloppe de cellulose. Ce sont ces éléments spéciaux que nous allons rapidement passer en revue.

Nous trouvons les sporanges, thèques, etc. ; leur forme et la nature de leur contenu les différencient de toutes les autres cellules végétales. Il en est de même pour les anthéridies et le sac embryonnaire des phanérogames ; même observation pour les divers corps reproducteurs des cryptogames qui tout en étant sphériques, ovoïdes, etc., très-petits avec cavité distincte de la paroi, diffèrent complétement des cellules de l'individu qui les produit et diffèrent même entre elles d'une espèce à l'autre quant à la structure, plus que les cellules d'un type quelconque.

Ces corps reproducteurs en forme de cellules qu'il s'agit de distinguer des autres éléments anatomiques de la plante qui les fournit et qu'eux-mêmes reproduiront dans certaines conditions données sont les suivants :

Beaucoup de champignons érysiphe (ascophora) donnent naissance à une première sorte de corps reproducteurs autrefois appelés spores et décrits par M. Tulasne sous le nom de conidies. Dans cet état ils ne sont encore qu'à l'état de mycelium. Plus tard, quand, sur ce mycelium et à ses dépens, est formé le stroma, on y voit apparaître un hyménium portant des clinodes ou cellules linéaires allongées, au sommet desquelles naissent des corps reproducteurs différents des premiers. On appelle stylospores ces corps reproducteurs acrogènes qui naissent nus (c'est-à-dire sans être enveloppés par un thèque ou sporange) au sommet de ces clinodes ou basides analogues à ceux des agaricinées.

Souvent leur développement est précédé par celui des spermaties ou organes mâles qui sont également acrogènes sur des clinodes, mais filiformes, courtes et ténues. Enfin plus tard naissent les thèques ou sporanges, et dans ceux-ci d'autres corps reproducteurs d'un troisième ordre et plus parfait qui se produisent sans rapport de continuité avec la plante mère. C'est à eux qu'on réserve le nom de spore proprement dit.

Ces trois sortes de corps reproducteurs ont, dans un grand nombre de cas, été décrits autrefois comme autant d'espèces végétales unicellulaires différentes. Il y a des espèces dans lesquelles on ne connaît que les conidies et les stylospores, dans d'autres seulement les stylospores (sporocladus) avec ou sans spermaties (cytispora) et les spores endothèques (sphæria laburni).

Ce qui précède s'applique à plus forte raison aux autres cellules reproductrices analogues aux précédentes qu'on appelle des zoospores. Ces corps reproducteurs se rencontrent avec toutes les formes précédentes, ou avec un certain nombre d'entre elles chez certaines espèces (porenospora cystopus) ou seuls, comme on le voit dans les algues. Ils sont tantôt entièrement

homogènes, principalement formés de la masse de la substance azotée représentant l'utricule primordial des autres cellules; tantôt, comme sur la plupart des algues, une fois individualisée par segmentation du contenu des sporanges, la masse de chacune d'elles s'entoure d'une mince paroi de cellulose perforée au niveau du point d'intersection des cils moteurs.

Ces données sont d'autant plus importantes qu'en observant pendant toute la durée de ces parties les phases de leur existence, on constate qu'aussitôt placées dans certaines conditions de nutrition diverses pour chacune d'elles, elles deviennent le siége de phénomènes de développement tant extérieurs qu'intérieurs des plus remarquables. Rien dans la structure de ces parties ne pouvait faire prévoir ce phénomène, et ils entraînent graduellement des changements de forme, de dimension, de couleur, de structure, susceptibles de les rendre complétement méconnaissables (comparativement à ce qu'ils étaient) si l'on a suivi les modifications évolutives dont ils deviennent alors le siége, après avoir eu plus ou moins longtemps des caractères propres stationnaires.

DES

CELLULES PROPREMENT DITES

LES CELLULES PRÉSENTENT A CONSIDÉRER :

1° Leur forme. — 2° La nature de la membrane. — 3° Les voies de communication des cellules entre elles. — 4° Les matières contenues dans les cellules. — 5° Les lacunes. — 6° La formation et le développement des cellules. — 7° La composition chimique.

I. — FORME DES CELLULES.

La forme des cellules est très-variable ; généralement globuleuse dans les organes des végétaux à leur première période de développement, elles ne tardent pas à se modifier par suite de leur multiplication et des pressions auxquelles elles sont soumises. Elles deviennent alors plus ou moins anguleuses ou polyédriques. La forme la plus fréquente est le dodécaèdre, de sorte que sur une coupe transversale on obtient de petites cavités hexagonales dont l'ensemble donne à la préparation l'aspect d'un gâteau de miel. Cette forme est rarement bien régulière, excepté dans les tissus où les cellules sont pressées les unes contre les autres et pressées également en tous sens. L'irrégularité vient encore de ce que l'une des faces de la cellule a pris un développement plus considérable qu'une autre. Il peut arriver que, par des déformations successives, une cel-

lule, originairement ronde, devienne d'abord hexagonale, puis pentagonale, et enfin n'offre plus que quatre côtés.

Les formes que l'on observe dans les cellules peuvent être ramenées à quelques types principaux :

1° *Cellules arrondies.* — C'est la forme qu'elles revêtent quand elles se développent par tout leur contour sans trouver d'obstacle qui les arrête. On rencontre cette forme dans tous les tissus mous des plantes (coupe transversale par exemple d'un lilium.)

C'est la forme que l'on constate encore quand on examine des cellules naturellement libres, comme les grains de pollen, certaines spores, etc.

Certaines cellules qui étaient rondes dans l'origine peuvent reprendre leur forme première quand on les traite par une solution de potasse. Elles se gonflent alors et redeviennent rondes comme précédemment.

2° *Cellules polyédriques.* — C'est la forme que prennent les cellules quand elles se développent en se pressant mutuellement. Les faces en contact s'aplatissent, et elles prennent la forme d'un solide à plusieurs angles ou polyèdres.

Les formes géométriques les plus fréquentes sont le cube, la colonne prismatique, la forme tabulaire ou rhomboédrique, quelquefois le dodécaèdre, ainsi qu'on le voit dans la moelle de sureau.

Nous classerons donc dans cette catégorie non-seulement les cellules véritablement polyédriques, telles que celles observées dans la moelle des végétaux, mais encore les cellules dites muriformes ou tabulaires, que décrivent les auteurs et qui constituent, les premières, les éléments des rayons médullaires, et les secondes, les éléments des couches épidermiques. Ces distinctions n'ont aucune utilité et ne constituent pas des types,

attendu qu'entre telle ou telle forme donnée, on peut toujours trouver les formes intermédiaires.

Certaines cellules peuvent être allongées, soit dans la direction de l'axe de la plante, soit horizontalement, c'est-à-dire perpendiculairement à la direction de ce même axe.

Nota. — Il n'est pas besoin de voir les cellules isolées pour deviner leur forme. On y arrivera facilement par l'inspection comparée des coupes horizontale et verticale. Ainsi, une cellule cubique donnera toujours un carré, qu'elle soit coupée horizontalement ou verticalement, et un dodécaèdre coupé dans un sens donnera un carré, tandis que dans un autre il donnera un hexagone.

Du reste, dans une coupe, les figures n'ont pas la régularité géométrique qu'on se plaît à leur donner généralement dans les traités iconographiques : les angles s'émoussent, les carrés sont à côtés plus ou moins inégaux. Certaines cellules même peuvent être planes d'un côté et convexes de l'autre (cellules des spores du lycopodum clavatum, par exemple).

3° *Cellules étoilées.* — Ce sont des cellules inégalement développées sur leur contour, de telle sorte qu'elles présentent un certain nombre de saillies séparées par autant de sinus ou d'angles rentrants. Les saillies correspondant les unes avec les autres, il en résulte de grands espaces vides qui existent entre les cellules.

On les rencontre à l'intérieur des tiges de certaines plantes monocotylédones (juncus, sagittaria). Il occupe, sous forme de diaphragmes, les canaux destinés au passage de l'air. Tout en les consolidant, il donne plus de légèreté à la plante. On rencontre encore ce tissu dans certaines feuilles de fougères, dans celles d'helleborus, gladiolus, etc.

Nous voyons que ce dernier type diffère du précédent en ce que les cellules qui le constituent subissent un accroissement plus ou moins considérable dans les points par lesquels elles sont unies à leurs voisines; dans le type précédent, les cellules étaient unies par toute leur périphérie.

Quant à la disposition des cellules, elle a lieu sans ordre en général, surtout pour celles qui sont globuleuses ou ovalaires. Cependant quelquefois elles se superposent régulièrement les unes au-dessus des autres de manière à former des séries longitudinales. Cette disposition est fréquente chez les monocotylédones, surtout dans le tissu de la tige qui est aux environs des faisceaux vasculaires.

Les cellules n'ayant pas le plus souvent une forme parfaitement géométrique, ne se touchent pas par tous les points de leur surface extérieure. Elles laissent entre elles un petit espace vide que l'on appelle méat ou espace intercellulaire et dont l'existence a été niée par quelques auteurs. En effet, les cellules sont quelquefois si pressées les unes contre les autres qu'ils sont très-petits et peu visibles. Mais dans certains cas, ils sont très-manifestes, surtout lorsque l'on recherche le fait sur des coupes de cellules globuleuses qui, à cause de leur forme, ne peuvent se toucher par tous leurs points. Les méats se constatent également lorsque les cellules sont anguleuses ou polyédriques. Ils sont quelquefois à trois ou plusieurs angles, quelquefois très-irréguliers.

Ils contiennent souvent de l'air, ce que l'on reconnaît à leur aspect noirâtre dans le champ du microscope. Amici a constaté le fait et prouvé que ces méats correspondent avec des pores à la surface de l'épiderme, destinés à laisser passer cet air. Quelquefois on les a vus contenir des résines dans certaines espèces végétales.

Selon Kieser et de Candolle, ces méats auraient un rôle bien

plus important, ils seraient destinés à la circulation de la séve.

II. — NATURE DE LA MEMBRANE QUI FORME LES CELLULES.

Les opinions sont très-partagées relativement à la nature intime de la membrane des cellules. Pour les uns, elle serait formée de fibres intimement unies; pour les autres, elle se composerait de molécules disposées en spirale. Ces deux opinions sont purement hypothétiques. Cependant il faut le reconnaître, beaucoup de faits tendent à faire admettre qu'il existe une disposition spirale dans les molécules et la membrane primitive de beaucoup de cellules. Nous étudierons ce fait plus loin en parlant du tissu fibroso-utriculaire.

La membrane qui forme les cellules ou *membrane primitive* est ordinairement très-mince, incolore et transparente. Quelquefois le tissu cellulaire semble coloré et l'on serait tenté d'admettre une coloration propre à sa membrane, tandis qu'il faut rechercher la cause dans les matières contenues dans les cellules.

L'épaisseur peut varier et être quelquefois considérable, il en résulte alors un rétrécissement de sa cavité qui est fort petite. Cet épaississement est dû à une matière d'abord liquide (protoplasma) qui s'est épaissie sur sa paroi interne, où elle a formé des couches superposées, de sorte que dans une coupe transversale d'une semblable cellule, on remarque une suite de zones concentriques, emboîtées intimement les unes dans les autres.

Le mode d'épaississement de la paroi cellulaire peut se faire également dans tous les sens ou bien seulement dans certaines directions. Le premier cas est le plus fréquent. Le deuxième, plus rare, s'observe dans certaines plantes (viscum, phorminum,

smilax) dans la couche cuticulaire. — Dans ce cas, le côté extérieur seul est épaissi.

Quelquefois, au moment où s'épanche la première couche déposée dans l'intérieur d'une cellule, il peut arriver que certains points de la membrane primitive restent à nu. Il résulte de là que cette deuxième couche présente des vides de forme variée, et ces vides se montrent au microscope sous l'apparence de lignes ou de points plus clairs. Généralement, les couches qui se déposent après, conservent la même disposition et ces perforations existant dans toutes les couches secondaires successives forment des espèces de canaux qui s'étendent jusque dans l'intérieur de la cavité de l'utricule. Ce sont les ouvertures des canaux qui ont été décrits comme des pores, mais la membrane primitive n'est jamais perforée.

Pringsheim explique le phénomène d'accroissement de la manière suivante : il distingue deux couches dans le protoplasma d'une cellule, l'une formant enveloppe, l'autre remplie de granulations. La première est d'une consistance solide; elle se change peu à peu en matière cellulaire par des transformations chimiques. C'est ainsi que se forme la membrane primitive dans les cellules nouvellement nées. Le même phénomène continuant à se produire fournit les couches d'accroissement. C'est donc, selon lui, et pour résumer, aux dépens du protoplasma que se forment les couches concentriques qu'on observe dans certaines cellules.

Bien des discussions ont eu lieu sur la nature des lignes ou points observés sur les cellules végétales. Selon les uns, elles seraient percées de pores et de fentes; selon les autres, ces prétendus pores ou fentes ne seraient que des amincissements de la membrane primitive.

De Mirbel et Amici penchent pour la perforation.

M. Mohl est d'avis contraire et nie la perforation. Son opi-

nion est celle admise aujourd'hui. En effet, il est reconnu que la membrane primitive n'est nullement percée dans les points où l'on voit des ponctuations ou des raies transversales. Elle est très-mince et transparente. Cependant on peut en constater l'existence par-dessus les ponctuations et les raies, soit par des coupes, soit par l'emploi de la teinture d'iode qui en la colorant un peu en jaune, la fait apparaître facilement.

D'autres auteurs, et entre autres Bernhardi, Meyen, Link, Schlach et Schleiden, ont encore émis une autre hypothèse sur la nature de ces points brillants ou lignes. Ils seraient produits par une fibre spirale secondaire décomposée en portions isolées.

L'absence de pores ou perforations est le cas que l'on observe le plus souvent, mais il existe quelques exceptions à cette règle.

Certaines cellules présentent bien réellement des pores et des fentes. En effet, par suite des progrès de la végétation, la membrane primitive que nous avons dit être très-mince se détruit quelquefois et est résorbée dans les points où les couches déposées dans son intérieur offrent les petits canaux dont nous venons de parler précédemment et alors ceux-ci sont percés. Ces cellules se rencontrent dans les feuilles de sphagnum, dicranum et dans les organes femelles des oogonies et de quelques algues (saprolegnia, pythium). Schacht les a aussi trouvées dans quelques phanérogames, le genre pinus, par exemple.

Pour montrer que les trous existent bien, Schacht propose d'employer les injections colorées qui colorent la masse du tissu et laissent incolores les endroits correspondant aux pores, ou bien de faire usage du chlorure de zinc iodé, bien que ce dernier procédé réussisse en général moins bien. Mentionnons en passant que l'on sépare des cellules par l'acide azotique et le chlorate de potasse, il faut se défier des perforations que l'on pour-

rait rencontrer, parce qu'elles seraient le plus souvent accidentelles et dues à ce procédé.

Pour terminer, disons enfin qu'il existe dans le règne végétal des cellules dépourvues de membrane. C'est toujours un état transitoire. On trouve de semblables cellules dans les spores mobiles des algues avant le développement en nouvelles algues filiformes et dans les corpuscules de fécondation de ces mêmes plantes alors qu'ils ne sont pas encore fécondés. Les vésicules embryonnaires des phanérogames peuvent être dépourvues de membrane sur tous leurs côtés, avant la fécondation, mais le plus souvent elles présentent, sur un côté, une sécrétion particulière de matière cellulaire d'un aspect rayonné.

A l'origine, chaque cellule qui se forme est dépourvue de membrane, mais elle reçoit très-promptement une enveloppe de cellulose. Pour les vésicules embryonnaires, au contraire, la membrane solide ne se forme dans toutes les plantes qu'après la fécondation. On peut reconnaître l'absence de membrane dans ces cellules par la disparition dans l'eau du porte-objet. Elles s'y dissolvent simplement, tandis que s'il existait une couche de cellulose, il y aurait endosmose d'eau ; la cellule crèverait et alors seulement son contenu se mêlerait à l'eau.

Ces points bien établis, étudions les cellules au point de vue des accidents ou *marques diverses* que présente leur surface externe.

Mais établissons préalablement quelques points de physiologie végétale indispensables à l'intelligence des faits qui vont suivre.

Une cellule étant donnée, il est clair, comme nous le verrons dans le chapitre suivant, qu'elle ne peut se nourrir que par l'emprunt qu'elle fait à l'atmosphère ambiante des principes nutritifs dont elle a besoin et qu'elle réussit à faire pénétrer dans sa cavité, grâce au phénomène de l'endosmose. — Ces

principes étant introduits dans la cellule se groupent à sa face interne en une couche concentrique à la membrane primitive. Ce phénomène, s'il se prolongeait longtemps, ne tarderait pas à amener la mort de la cellule puisqu'il aurait pour résultat d'empêcher l'absorption des substances nutritives par l'accumulation des couches successives et concentriques qui viendraient enpêcher l'endosmose, mais par une cause encore inconnue, il arrive que la première couche d'épaississement laisse à nu certaines places de la membrane primitive où il semble qu'elle ne puisse se déposer. — A partir de ce moment, la cellule est composée de deux couches, dont l'une, membrane primitive, est intacte et dont l'autre, membrane d'accroissement, est perforée en certains endroits; elle ressemblerait à un crible, s'il était possible de la séparer de la première.—Le même phénomène se continuant pour les autres couches qui se déposent par la suite et l'absence des dépôts de matières plastiques, ayant lieu aux mêmes places, il en résulte la production de canaux ou de petits pertuis qui rayonnent tous vers le centre de la cellule. — et permettent la circulation des sucs nutritifs. Il va sans dire que la membrane primitive de la cellule ne cesse pas d'exister et obture toujours l'orifice de ces canaux formés par les couches successives d'accroissement.

Quel est donc le résultat de ces transformations sucessives de la paroi cellulaire? Il sera bien simple. — La cellule présentera des espaces clairs et plus ou moins transparents, dans les points où la matière plastique ne se sera pas déposée. — Ces espaces varieront nécessairement de forme et permettront d'établir en quelque sorte une classification des cellules d'après la variabilité de ces caractères.

Les faits qui précèdent étant admis, nous allons décrire les principaux aspects que présentent les cellules au point de vue de leur surface externe ; on distingue plusieurs formes :

1° *Cellules ponctuées.* — Les parois sont parsemées de petits points circulaires de volume variable, brillants et généralement disposés sans ordre. Dracœna.

2° *Cellules rayées.* — Leur membrane présente des lignes transversales plus ou moins longues, parallèles entre elles ou bien plus ou moins obliques l'une sur l'autre, quelquefois parallèles et imbriquées mutuellement. L'aspect, on doit le comprendre, comporte toutes les variétés possibles.

3° *Cellules réticulées.* — Quand la surface est sillonnée de raies irrégulières s'enchevêtrant les unes avec les autres comme un filet. — On en trouve de jolis exemples dans les graines du pavot ou les spores de certaines fougères. — Gymnogramma.

4° *Cellules annelées ou spiralées.* — Quand l'épaississement se fait selon la forme d'un anneau ou d'une spirale. — Il peut arriver que dans la couche suivante l'épaississement n'ait pas lieu dans les mêmes points, alors on trouve des cellules qui présentent une spirale double enroulée en sens inverse l'une de l'autre. — Ces cellules spirales sont fort remarquables dans certaines racines aériennes d'orchidées. — Nous en avons trouvé de fort curieuses dans l'arides odoratum.

Enfin, dans certaines espèces de mamillaria, dans l'échinopsis multiplex, on trouve des cellules qui présentent non plus des lignes spiralées, mais une véritable bande enroulée à l'intérieur comme la spire d'un hélix.

Notons également les cellules fibreuses que l'on rencontre à l'intérieur des anthères et qui forment un tissu particulier tout à fait caractéristique de ces organes.

III. — VOIES DE COMMUNICATION DES CELLULES ENTRE ELLES.

Il est incontestable que toutes les cellules d'un tissu communiquent entre elles. Pour s'en convaincre, il suffit de réflé-

chir à la facilité avec laquelle les liquides aqueux s'élèvent dans l'intérieur d'un organe formé de tissu cellulaire. Si on n'admet par des pores visibles et appréciables, peut-on se ranger à l'opinion de Sprengel et Rudolphi qui ont dit qu'il existait dans le tissu cellulaire des fentes le plus souvent accidentelles et que c'était par ces solutions de continuité que s'établissaient les communications entre les diverses parties du tissu cellulaire? Richard, qui a fait un grand nombre de recherches à ce sujet, ne les a jamais rencontrées, pas plus que ses successeurs.

Comment cette communication peut-elle donc avoir lieu? N'ayant trouvé à l'aide des meilleurs microscopes aucun pore visible et appréciable, ou en est réduit à admettre qu'il existe des pores intermoléculaires et invisibles. Cette opinion, émise pour la première fois par Bernhardi, est aujourd'hui généralement admise.

Il y a cependant quelques exceptions à la règle générale et certaines cellules communiquent directement. — Nous avons vu précédemment que dans les cellules à couches concentriques déposées successivement, il existe des points où le dépôt n'a pas lieu et comme les couches successives sont toutes perforées au même point, il en résulte un canal qui n'est séparé de l'extérieur que par la membrane primitive. Or cette membrane primitive est quelquefois résorbée et alors tous les canaux des cellules correspondent aux mêmes points : il en résulte que ces cellules communiquent par de véritables canaux.

Ces canaux poreux sont larges et parfaitement visibles dans certains périspermes, tels que ceux du phœnix dactylifera, phytelephas, roseus aculeatus. Ils sont au contraire étroits et profonds dans les fruits lignifiés, quelquefois ramifiés.

IV. — MATIÈRES CONTENUES DANS LES CELLULES.

Les matières contenues dans les cellules sont très-variées et diffèrent dans les mêmes parties aux diverses époques de la végétation où on les observe. Ces matières peuvent être *liquides, gazeuses ou solides*.

A. *Matières liquides*. — Lorsque l'on examine la coupe d'un organe jeune et qui n'a pas encore pris tout son développement, on observe que toutes les cellules sont épaisses et remplies d'un liquide aqueux qui est la séve. C'est ce que l'on remarque, par exemple, sur une jeune branche de sureau. Mais peu à peu, à mesure du développement, les sucs aqueux disparaissent, les parois des utricules deviennent plus minces et la moelle finit par former une masse spongieuse, sèche, légère, qui ne contient plus que de l'air dans ses cavités.

Outre la séve, on trouve encore quelques autres liquides dans les cellules. Ainsi on y observe :

1° Des huiles fixes, par exemple dans les crucifères, dans l'ovaire des musa, l'olivier, le laurier, le ricin, etc. Ces huiles grasses sont ordinairement sous la forme de petites gouttelettes régulièrement sphériques, réfractant la lumière avec une extrême intensité, tantôt adhérentes aux parois des cellules, tantôt nageant dans le liquide intérieur. Si l'on en croit certains auteurs, ces gouttelettes seraient enveloppées d'une membrane très-fine qui en ferait de véritables vésicules.

2° Des huiles essentielles (coupe de l'épiderme des oranges, du citron, etc.).

3° De la gomme et de la dextrine qu'on reconnaît à ce qu'elles sont précipitées en grumeaux par l'alcool.

4° Du sucre en dissolution — coloration rose en présence de matières azotées, sous l'influence de l'acide sulfurique.

B. *Matières gazeuses.* — Le microspope permet de constater très-facilement la présence de l'air et d'autres gaz dans les cellules. Un fragment même très-mince de tissu cellulaire permet de constater un très-grand nombre de petites bulles opaques correspondant chacune à la cavité d'une des cellules. Cette opacité est caractéristique pour reconnaître l'air dans les préparations microscopiques.

C. *Matières solides.* — Les matières solides que l'on rencontre dans les cellules sont au nombre de cinq principales : — 1° Le mucléus ou noyau. — 2° La chlorophylle. — 3° La fécule, l'aleurône. — 4° Les raphides et autres cristaux. — 5° Les granules de matières azotées. — Étudions successivement ces différents corps.

1° Nucléus.

C'est Brown qui en 1833 découvrit le nucléus. Dans son travail on trouve déjà le germe de la multiplication des cellules par le nucléus.

Le nucléus ou noyau (cytoblaste de Schleiden) est un corps de forme lenticulaire ou irrégulièrement globuleux qu'on rencontre dans l'intérieur des cellules tantôt libre dans leur cavité, tantôt appliqué contre une paroi. Selon Schleiden il serait formé de particules très-petites amorphes appelées nucléoles qui ne seraient que des cellules rudimentaires.

Le nucléus est en général un organe de transition, c'est donc surtout dans les cellules jeunes qu'on le rencontre. Plus tard il s'atrophie et finit même par disparaître complétement par suite des progrès de la végétation. Le nucléus est plus ou moins accentué suivant les espèces végétales. Il est très-visible dans certaines plantes (orontium japonicum, helleborus). Il devient encore plus apparent quand on traite la préparation par la teinture d'iode. Sous l'influence du réactif il se montre composé de

petites parties transparentes, mais il est difficile de vérifier si elles sont pleines ou creuses.

Les dimensions du nucléus varient dans une limite fort étendue. Quelquefois il n'a que 7 millièmes de millimètre de diamètre; dans d'autres cas, comme dans l'albumen de l'arum italicum, il atteint 3 centièmes de millimètre.

M. Trécul a fait de nombreuses recherches sur le nucléus. Le contenu variable semble, à une certaine époque de son existence, ne contenir outre les nucléoles qu'un liquide homogène et limpide peu dense, au moins à une certaine époque de son existence (albumen du phytolacca). Dans d'autres cas, son contenu se rapproche beaucoup du protoplasma des cellules ordinaires, opalin, plus ou moins finement granuleux. Il jaunit avec l'iode. Quand il est granuleux ses grains peuvent être de grosseurs inégales ou bien ils sont tous égaux et semblent même exister presque seuls dans la cavité de la vésicule nucléaire. C'est la forme que présente le nucléus dans le parenchyme du tradescantia.

Quelquefois les nucléus contiennent des gouttelettes jaunâtres analogues aux gouttelettes oléagineuses, ou bien d'autres gouttelettes très-fluides, moins denses que le reste du contenu, et qui, vues de côté, quand elles sont à la périphérie de la vésicule nucléaire, simulent des échancrures, surtout si la membrane d'enveloppe est très-mince. Ces gouttelettes, qui sont mobiles, se déplacent souvent, ainsi qu'on peut le voir dans l'arum italicum, et changent de formes sous les yeux de l'observateur. Ce ne sont donc pas des nucléoles, comme on aurait pu le croire.

Le contenu du nucléus est aussi diversement coloré. Il est fréquemment jaune, jaune verdâtre, ou vert dans la jeunesse, dans les feuilles du magnolia grandiflora, les jeunes fruits du physalis alkekengi.

Dans les cellules de la baie du solanum nigrum, on rencon-

tre des nucléus d'un bleu foncé. Le nucléus est souvent coloré en rose ; un peu plus tard il passe au violet pour devenir enfin d'un bleu intense. On observe souvent cette coloration dans des cellules qui sont entièrement incolores, ce qui prouve que c'est à ses propres sécrétions que le nucléus doit ses couleurs variées. Il sécrète donc de la chlorophylle, d'autres matières colorantes, de l'amidon, des liquides d'aspects oléagineux, de l'aleurône, etc.

Le nucléus, vivant dans la cellule, doit donc prendre à celle-ci les substances nutritives qui lui sont nécessaires ; il les élabore et les transforme en ces diverses substances. Mais si le nucléus emprunte à la cellule les éléments de sa nutrition, propres à son accroissement, à ses productions particulières, il lui rend aussi quelque chose ; car évidemment le nucléus excrète et rejette dans les cellules certains matériaux que celles-ci utilisent à leur tour, comme nous le verrons plus loin, dans la formation de la chlorophylle, de l'amidon et probablement de plusieurs autres principes.

On remarque souvent autour du nucléus un nuage de corpuscules qui donne l'idée d'une telle exerétion. Ces phénomènes s'observent assez facilement dans le vanillia planifolia. Les cellules de l'albumen de ce végétal renferment fréquemment deux nucléus ordinairement inégalement développés. L'un est déjà quelquefois fort avancé quand l'autre est encore très-petit. Celui-ci peut ne former encore qu'un globule homogène, quand l'autre est déjà une vésicule relativement très-volumineuse, entouré de corpuscules qu'il a rejetés dans la cavité cellulaire. Ce nucléus peut se détacher de très-bonne heure de la paroi de la cellule ou y adhérer plus longtemps. On le trouve encore quelquefois fixé aux parois de la cellule, quand il a déjà la forme vésiculaire nettement accusée et que sa fonction d'organe excréteur a commencé.

Voici ce que l'on observe dans ce nucléus du vanillia planifolia. Quand il commence à devenir vésiculeux, on remarque autour de lui un grand nombre de corpuscules très-ténus qui semblent en être émanés. On est convaincu qu'ils en sortent en examinant des nucléus de divers âges; car à la surface interne de quelques-uns, la membrane est revêtue de petits hémisphères, qui chez d'autres nucléus sont remplacés par des sphérules. Un examen attentif fait découvrir que ces sphérules font saillies à l'intérieur et à l'extérieur du nucléus. Comme elles sont transparentes, on voit qu'elles sont traversées par la membrane du nucléus, en sorte qu'elles ressemblent à des gouttelettes qui filtrent à travers cette pellicule. Un peu plus tard, il y a des espaces libres sur la membrane, et au dehors, auprès de ces espaces, sont des gouttelettes ou globules qui les ont abandonnées, et qui se dispersent dans la cavité cellulaire.

Cette excrétion ne peut donc être révoquée en doute. Si l'on fait agir l'iode, on voit que ces grains excrétés bleuissent, ce qui montre leur nature amylacée. Dans tous les cas, l'amidon ne se forme dans les gouttelettes excrétées qu'après leur sortie du nucléus.

Pour terminer ce qui a rapport au nucléus, il nous reste à dire quelques mots des vésicules cristalligénées de M. Trécul.

Quand il ne continue pas son accroissement cellulaire, le nucléus peut subir une singulière métamorphose, et se transformer en un véritable cristal, en un rhomboèdre ou un groupe de lames hexaédriques qui ont pour forme de clivage le rhomboèdre.

D'observations nombreuses, il résulte que c'est tantôt le nucléus, tantôt le nucléole qui se changent en cristaux. Cette transformation s'opère vers le moment où la multiplication utriculaire cesse.

Un fait très-remarquable à noter, c'est que ces cristaux si réguliers perdent quelquefois en partie, par les progrès de la

végétation, leurs formes géométriques. Il n'est pas rare en effet de trouver des lames hexaédriques qui deviennent mamelonnées sur leurs deux faces, ou même sur deux ou trois de leurs côtés, les autres restant géométriques. On a ainsi, sous ces formes, l'union en apparence monstrueuse d'un cristal et d'une cellule. Ce qui est plus singulier encore, c'est que ces éminences sont l'origine de lames hexaédriques nouvelles, nées comme des sortes de bourgeons de la lame hexaédrique mère.

2° Chlorophylle.

La chlorophylle est cette matière colorante verte, que l'on rencontre dans le tissu cellulaire des feuilles et qui lui donne sa teinte verte.

Avant d'aborder l'étude de cette substance, il ne sera pas sans intérêt de repasser en revue les opinions diverses émises à ce sujet à différentes époques.

Les physiologistes rapprochaient autrefois la chlorophylle de l'amidon, dont ils la distinguaient sous le nom de fecula viridis.

Sprengel et Tréviranus, en 1802 et 1806, semblent n'avoir distingué que par la couleur les grains amylacés des grains de chlorophylle. Ils admettent que ce sont ces organes qui donnent naissance aux cellules nouvelles.

Wahlemberg (1806) admet que cette substance se trouve dans la plante vivante, sous la forme d'un liquide vert et visqueux, qui ne se coagule en globules qu'après avoir été extrait de la plante.

Link (1807) sépare nettement la chlorophylle de l'amidon, et nous la fait connaître surtout par des voies chimiques. Il lui donne le nom de matière colorante résineuse. Selon lui, la chlorophylle se trouve dans les cellules, soit comme un enduit

épais de la paroi cellulaire, soit comme une matière grasse et ténue.

Moldenhawer (1812) trouve l'origine des grains de chlorophylle dans une coloration en vert du suc cellulaire. Il ne leur attribue donc pas une coloration spéciale.

Kieser (1812) est de l'avis de Link pour le côté chimique. Au point de vue anatomique cette substance est, selon lui, formée de grains plus petits et plus réguliers que ceux de l'amidon. Il la décrit comme une masse formée de masses plus petites et irrégulières.

Tréviranus (1814) ne considère pas les grains de chlorophylle comme des grains homogènes formés seulement d'une matière colorante verte, mais il y voit des globules albumineux avec lesquels la matière verte se trouve entremêlée.

La première analyse chimique un peu exacte date de cette époque. Elle fut faite par Pelletier et Caventon. Dès lors, les botanistes mirent plus de soin à son analyse anatomique.

Dutrochet (1824) conclut de l'organisation de la chlorophylle, que ses grains correspondent aux globules nerveux des animaux, et que ce sont eux qui forment la substance des nerfs dans les plantes. Nous reviendrons plus loin sur cette théorie.

Turpin (1827), et Raspail (1834) reprennent l'opinion de Sprengel que les grains de chlorophylle, de même que ceux d'amidon, sont des vésicules et que par leur agrandissement ils donnent naissance à de nouvelles cellules, ils considèrent ces vésicules comme naissant dans la paroi des cellules plus âgées et auxquelles elles se trouvent attachées par une espèce de trophosperme. Turpin appelle ces vésicules globuline. La teinte verte ne vient pas des parois des vésicules, mais de la matière verte qu'elles contiennent.

Meyen admet avec Turpin que les grains de chlorophylle se composent de vésicules incolores, remplies d'une matière

verte. Son opinion ne diffère de celle de Turpin qu'en ce qu'il ne considère pas ces vésicules comme soudées aux parois des cellules, mais qu'il admet au contraire qu'elles nagent dans le suc cellulaire ou du moins qu'elles ne sont que légèrement attachées aux parois. Dans le vallisneria, Meyen trouva, outre la matière verte contenue dans l'intérieur des vésicules, que ces dernières sont encore enveloppées d'une atmosphère mucilagineuse et verte qu'il considère comme un aliment en réserve pour les vésicules.

Agardh (1831) et Mirbel (1833) considèrent également les grains de chlorophylle comme des vésicules.

Rœper (1833), au contraire, prétend que la couleur verte des plantes n'est pas constamment produite par des globules, mais que bien souvent un suc homogène et diaphane donne leur couleur aux cellules.

Tréviranus (1835) annonça que les grains de chlorophylle nagent dans une gélatine également verte, mais de couleur moins foncée. Tant qu'une cellule est intacte, ce suc vert s'applique à la surface interne de la cellule sous forme d'une gélatine transparente et sort lentement après que la membrane a été déchirée. Par l'action de l'air, d'un sel ou d'un acide, le suc perd sa liquidité et se condense. Les globules ne semblent être que le suc transformé, mais le microscope ne fait pas voir si ces globules sont des vésicules creuses.

Linck (1837) démontre que la chlorophylle affecte diverses formes. En effet, tantôt on la rencontre dans des vésicules, tantôt elle enveloppe ces vésicules qui même quelquefois manquent entièrement. Ce ne sont pas les vésicules qui produisent la matière verte, mais elles paraissent plutôt se former dans cette dernière.

Tel est le résumé des travaux opérés jusqu'en 1840, époque à laquelle surgissent de nouvelles recherches plus précises que

nous allons exposer en développant l'histoire de la chlorophylle. Nous voulons parler des travaux de M. Molh.

La chlorophylle ne présente pas toujours la forme de globule, elle est quelquefois amorphe. De plus, quoi qu'en dise Moldenhawer, il n'y a pas de suc cellulaire de couleur verte, ce suc est toujours diaphane et incolore, et c'est dans lui que nage la gélatine tenace et verte de la chlorophylle soit comme une masse amorphe, soit comme une masse de forme figurée.

En général, la chlorophylle amorphe paraît être bien moins commune qu'on ne le croit, car on ne l'examinait pas avec assez de soin; le suc cellulaire paraît vert, tandis que cette couleur vient de ce que dans les couches inférieures de la masse examinée au microscope, il y a des grains de chlorophylle qui ne sont pas au foyer et qui donnent une teinte verte à la préparation.

La chlorophylle amorphe se rencontre surtout en grande quantité dans les conferves, soit sous forme d'une bande transversale verte dans chaque cellule (conferva zonata, diaparnaldia), soit dans la forme de bandes contournées en spirale, ainsi qu'on l'observe dans le spirogyra. La forme de la bande de chlorophylle peut affecter également la forme d'un ruban plus ou moins tordu sur son axe (mongeotia genuflexa.)

Dans les plantes phanérogames, la chlorophylle se présente ordinairement mêlée aux grains de chlorophylle dans les mêmes cellules où elle forme en quelque sorte une atmosphère à ces grains. Quelquefois elle constitue des masses gélatineuses dans lesquelles se trouvent inclus les grains de chlorophylle. Mais la forme la plus fréquemment observée est la forme globuleuse. Les grains le plus souvent sont fixés à la paroi cellulaire, à laquelle ils sont cependant peu adhérents. Il n'y a pas, ainsi que l'avaient prétendu Raspail et Turpin, de trophosperme pour les unir à cette membrane.

Ces grains nagent en général dans le suc cellulaire (stratiotes vallisneria) où ils sont très-gros. Tantôt ils forment une masse dense au milieu de la cellule (orontium vanilla) ou bien se groupent en petits îlots autour du nucléus.

Structure du grain de chlorophylle. Nous distinguerons deux catégories :

1° Les grains placés dans la chlorophylle, c'est-à-dire les globules qui, sans enveloppe propre que l'on puisse reconnaître, sont déposés régulièrement ou irrégulièrement dans une gangue de chlorophylle amorphe.

2° Les grains de chlorophylle eux-mêmes. Les premiers se rencontrent bien développés dans les conferves, surtout dans le spirogyra où, dans les lames vertes contournées en spirale, on voit une masse plus ou moins grande de grains blancs tantôt irrégulièrement dispersés dans les lames, tantôt formant dans les lames une rangée longitudinale et donnant souvent au filet vert l'air d'un chapelet. Disons tout de suite que ce sont des grains d'amidon. Si en effet on soumet ces granules à l'action de la teinture d'iode on voit qu'ils prennent la couleur bleue caractéristique, tandis que la matière devient jaunâtre.

Les seconds, ou grains de chlorophylle eux-mêmes, sont bien plus difficiles à examiner. Si l'on donne le nom de chlorophylle à la matière verte soluble dans l'alcool et qui donne la couleur verte aux plantes, on ne saurait, avec Vaklemberg, Tréviranus et d'autres reconnaître dans ces grains de la chlorophylle coagulée, car par la macération dans l'alcool ils ne sont pas dissous, mais forment un résidu incolore, et la seule matière colorante verte leur est enlevée. Il ne s'agit donc plus que d'étudier les globules restants.

Molh, en examinant le chara flexilis, a constaté dans chaque grain de chlorophylle 1 à 4 grains nettement séparés qui prirent une belle couleur bleue et qui, par conséquent, étaient

des grains d'amidon. L'enveloppe semblait n'être pas consistante ni épaisse, et être une masse gélatineuse massive et dans laquelle les grains d'amidon sont déposés comme dans certains noyaux organiques, enveloppés d'une substance gélatineuse. Cette structure n'est pas seulement propre aux grains de chara; on l'a constatée dans les grains de chlorophylle, d'autres plantes (vallisneria tradescantia).

Les grains de chlorophylle de diverses plantes et même de diverses parties de la même plante présentent certaines anomalies dans leur structure ; ainsi un certain nombre de grains de chlorophylle ne contiennent par grain qu'un seul noyau de substance amylacée. Ce sont ces grains dont on reconnaît la structure le plus facilement, la couche de chlorophylle étant plus mince par rapport au noyau, et le noyau se colorant d'une façon plus intense. Ces grains-là se trouvent dans les cellules de l'épiderme de toutes les plantes en général, on les trouve dans le calla œthiopica, les pinus et les abies, dans l'orontium japonicum (couche moyenne).

Dans une deuxième espèce de grains de chlorophylle on trouve deux à quatre grains amylacés. Cette variété offre d'ailleurs les mêmes caractères que ci-dessus. On les trouve dans le sempervivum tectorum, dans le pédicelle du pothos crassifolia.

A côté de ces grains de chlorophylle qui ont des noyaux très-visibles, on en trouve d'autres qui présentent un grand nombre de noyaux très-petits et dont par cela même on constate plus difficilement la présence par l'iode. On trouve ces grains dans le pétiole du pothos lanceolata.

Enfin, il y a des grains de chlorophylle dans lesquels on trouve des granulations presque imperceptibles. Leurs contours sont en général moins nets. Cette espèce de grains est la plus répandue dans les plantes, on les trouve à coup sûr dans le mé-

sophylle du dracœna draco et du calla œthiopica, orontium japonicum.

Quel est le volume absolu de ces grains amylacés? Les plus grands vallisneria ont de 1/800 à 1/300 de millimètre.

Disons enfin que la chlorophylle amorphe est composée de la même matière que l'enveloppe des grains de chlorophylle et d'une substance amylacée incolore insoluble dans l'eau et l'alcool.

Puisque dans des grains de chlorophylle bien développés il y a toujours un ou plusieurs noyaux amylacés et une enveloppe gélatineuse, il s'agit de savoir laquelle de ces deux parties se forme la première.

En étudiant la question, on a reconnu que c'était tantôt la matière verte qui se formait la première, tantôt l'amidon, ainsi qu'on l'observe dans les feuilles. En effet, si on traite par l'iode les grains extraits d'une jeune feuille, ils se colorent en bleu par l'iode avec une intensité qui prouve que la couche de chlorophylle qui entoure l'amidon est fort mince, plus tard la coloration observée est moins forte, ce qui prouve que la couche de chlorophylle a augmenté. La formation de la chlorophylle est donc postérieure à celle de l'amidon.

M. Arthur Gris (*Bulletin de la société botanique*, t. IV, nº 2, p. 154) a étudié les rapports de la chlorophylle avec le nucléus. Voici le résumé de son travail.

Si l'on fait une coupe mince parallèle à la face supérieure d'une feuille de vanille, de manière à intéresser les cellules sous-épidermiques du parenchyme, on remarque dans les cellules placées immédiatement sous l'épiderme, des grains de chlorophylle à divers états de développement, quant à leur diamètre, à l'intensité de leur couleur, et à leur constitution intime, tantôt agglomérés confusément autour du nucléus, d'autres grains n'étant pas en général disséminés dans les autres parties des cellules.

Dans le deuxième rang des cellules sous-épidermiques, les grandes sont plus volumineuses, d'un vert plus vif et sont encore groupées autour du nucléus. Ici des grains de chlorophylle commencent en outre à apparaître quelquefois à une assez grande distance de nucléus.

Dans les cellules plus profondes, on remarque que le nombre des grains de chlorophylle disséminés à une assez grande distance du nucléus est plus ou moins considérable.

Il semble difficile d'après ce qui précède de ne pas accorder au nucléus un rôle assez important dans le développement et la nutrition de la matière verte.

C'est le moment, pour terminer l'histoire physiologique de la chlorophylle, de dire deux mots de la théorie de Dutrochet, qui admettait l'existence d'un système nerveux dans les plantes, et qui en plaçait le siége dans les granulations de chlorophylle. Ayant remarqué que les corpuscules contenus dans le tissu cellulaire étaient concrescibles par l'acide nitrique et ramenés par les alcalis à leur état primitif, fait que l'on observe également dans la substance cérébrale des animaux, il arrive à cette conclusion que cette matière verdâtre est un véritable système nerveux, ou plutôt en représente les éléments épars. Il les nomme corpuscules nerveux. Si l'on observe le système nerveux de certains mollusques gastéropodes, on remarque une certaine analogie de structure qui justifierait jusqu'à un certain point la théorie de Dutrochet. En effet, la substance cérébrale est composée de cellules globuleuses agglomérées sur les parois desquelles il existe une grande quantité de cellules qui ne sont que de petites cellules remplies de substance médullaire nerveuse.

Dans ces dernières années, M. Famitrin a étudié certains phénomènes physiologiques très-curieux dont la chlorophylle serait le siége, je veux parler des mouvements qu'elle laisse observer sous l'influence de certaines causes.

Ayant étudié sur certaines algues inférieures, en particulier sur le spirogyre, la manière dont se comportait la chlorophylle, il a observé que normalement les granules verts exécutent des mouvements et changent de position dans la cellule qui les renferme. Le jour ils se portent sur la face supérieure de la cellule, et la nuit viennent s'appliquer sur les parois latérales

Il a constaté que cette migration des grains de chlorophylle s'effectue uniquement sous l'influence de la lumière et qu'ils ne se portent vers la partie supérieure des cellules que sous l'influence des rayons les plus réfrangibles de la lumière. Le jaune agit comme l'obscurité.

Étude chimique de la chlorophylle. — La chlorophylle est un principe immédiat qui contient de l'oxygène, de l'hydrogène, du carbone, de l'azote et du fer.

Pour l'obtenir, on lave à grande eau le marc exprimé des feuilles et on traite à froid par l'alcool concentré, ou l'éther... La liqueur, filtrée et évaporée au bain-marie, fournit un produit vert qui étant dépouillé par l'eau chaude d'une matière brune qu'il contient présente la chlorophylle dans un état de pureté. Elle est d'un vert très-foncé, d'un aspect résineux, presque insoluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau chaude, très-soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide sulfurique concentré, et les huiles fixes.

L'action de la chaleur la ramollit d'abord, puis la décompose, les dissolutions alcalines la dissolvent sans l'altérer; elle forme avec l'albumine et d'autres bases des laques diverses verdâtres.

On lui a donné pour formule C^{18}, H^{9} A^{30}, plus un peu de fer.

M. Frémy (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LXI, n° 5, 31 juillet 1869) a publié un curieux mémoire sur la chlorophylle; nous allons en présenter un résumé.

La chlorophylle semble exercer une certaine influence sur la respiration des feuilles. Elle se trouve engagée dans des corpuscules qui ne sont pas sans analogie avec les globules du sang des animaux.

On n'est pas encore précisément d'accord sur sa composition. Doit-on la considérer comme un principe immédiat, ou comme un mélange de plusieurs corps différents ? Jusqu'ici on n'a pas expliqué les changements de couleur que les diverses phases de la végétation et la nature des végétaux font éprouver à la chlorophylle.

Lorsqu'on soumet la chlorophylle à la double action de l'acide chlorhydrique et de l'éther, on la dédouble en un corps jaune, soluble dans l'éther, appelé phylloxanthine et en un autre corps soluble dans l'acide chlorhydrique et le colorant en bleu, la phyllocyanine. Ces deux corps sont difficiles à purifier. Les bases paraissent agir sur la chlorophylle de trois façons :

1° Certaines bases hydratées terreuses (magnésie, alumine), agitées avec une dissolution alcoolique de chlorophylle, forment de véritables laques en se combinant à la matière verte. Elles laissent dans l'alcool un corps gras en dissolution, lequel accompagne toujours la chlorophylle. Cette laque a peu de stabilité, elle est décomposée par l'alcool bouillant qui retient alors de la chlorophylle sensiblement pure débarrassée des corps gras.

2° Les bases alcalines (potasse, soude) mises en ébullition avec la chlorophylle, la dédoublent comme les acides, mais saponifient en même temps les corps gras qui l'accompagnent. On a ainsi un liquide savonneux de couleur verte.

3° Les bases alcalines terreuses (chaux, baryte) agissent d'une façon remarquable. Lorsque l'on fait bouillir de la chlorophylle avec de l'hydrate de baryte, on opère son dédoublement. La phylloxanthine, corps neutre insoluble dans l'eau,

se précipite, avec un sel de baryte insoluble qui contient le second corps (l'acide phylloxanthique).

La chlorophylle éprouve donc par l'action des bases énergiques une sorte de saponification dont la phylloxanthine, corps neutre jaune, serait la glycérine et l'acide phyllocyanique serait l'acide gras coloré en vert bleuâtre.

Lorsque ce dédoublement est opéré, on reprend la masse par de l'alcool qui dissout la phylloxanthine, et on la laisse cristalliser par l'évaporation. Le phyllocyanate de baryte traité par l'acide sulfurique donne l'acide phyllocyanique soluble dans l'alcool et l'éther.

On voit que par cette méthode on obtient les deux principes à l'état de pureté.

Voici les caractères de ces corps.

La phylloxanthine est neutre, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther, cristallise tantôt en lames jaunes, tantôt en prismes rougeâtres dont le pouvoir tinctorial est considérable. Ce principe colorant diffère complétement de celui qui existe dans la plupart des fleurs jaunes. En effet il prend une teinte bleue magnifique par l'acide sulfurique concentré, tandis que la substance jaune se colore en rouge.

Quant à l'acide phyllocyanique, il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther en donnant à ces liquides une couleur olivâtre à reflets souvent bronzés, rouges ou violets. Tous ces sels sont bruns ou verts. Les sels alcalins sont seuls solubles dans l'eau. Cet acide se dissout dans l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique en produisant des liqueurs qui, suivant leur concentration, peuvent être vertes, rougeâtres, violacées ou d'un très-beau bleu. Elles éprouvent des variations qui rappellent celles du caméléon minéral.

Voici donc un acide retiré de la chlorophylle et prenant avec certains réactifs des colorations verte, violette ou bleue.

Faut-il admettre que la chlorophylle est un simple mélange d'une substance bleue et d'un corps jaune?

Selon M. Frémy, c'est un principe immédiat vert d'une excessive mobilité qui, sous l'influence de plusieurs réactifs et probablement par l'action de la végétation, éprouve les modifications ci-dessus.

La chlorophylle correspond donc à la matière colorante du sang des animaux.

3° Fécule.

On appelle fécule ou amidon la substance amylacée extraite des cellules végétales.

En examinant l'amidon au microscope Leewenhoek reconnut que ce corps était de forme globuleuse et que la partie interne des globules d'amidon était différente de la partie externe. Cette observation importante resta en quelque sorte oubliée pendant longtemps; on examina les propriétés chimiques de l'amidon en négligeant les observations microscopiques; or, comme l'amidon est une matière organisée, son étude ne peut être faite convenablement, qu'avec le secours du microscope.

De 1825 à 1830, M. Raspail publia sur l'amidon une série d'observations microscopiques très-importantes et reprit l'observation de Leewenhoek. Après lui plusieurs chimistes, Gay-Lussac, Chevreul, Dumas, complétèrent l'histoire chimique de l'amidon et depuis les derniers travaux de Payen, c'est un des corps les mieux étudiés de la chimie organique.

La fécule existe dans un grand nombre de parties des végétaux (tubercules souterrains, tiges, feuilles, fruits, graines). Elle se montre sous forme de grains parfaitements incolores et transparents d'une forme et d'une grosseur très-variables, libres à la face interne des cellules. C'est par leur incoloréité et leur

volume plus considérable que les globules de fécule se distinguent des autres globules contenus dans les cellules. Si l'on fait une coupe très-mince d'un tubercule de pomme de terre et qu'on l'examine au microscope, on voit les cellules du tissu qui forme la masse charnue du tubercule, remplies de corpuscules incolores, d'un volume très-variable (0^{mm}, 01, à 0^{mm} 1), globuleux, mais à angles mousses.

On ne trouve jamais l'amidon dans les tissus qui sont à l'état rudimentaire ; ainsi les spongioles des radicelles, les rudiments des bourgeons n'en contiennent pas. On rencontre au contraire l'amidon dans l'épiderme des végétaux ; il est souvent renfermé dans les cellules sous forme de grains qui augmentent en volume et en quantité, à mesure qu'on s'approche du centre des végétaux.

Les grains d'amidon se présentent d'abord dans l'organisation végétale sous la forme de granules presque imperceptibles qui portent un conduit particulier qu'on a appelé hile ou ostiole. C'est par ce conduit que le granule reçoit sa nourriture et augmente de volume ; cette augmentation paraît intermittente, car les granules sont composés de couches concentriques de densité et de cohésion différentes.

L'existence du hile est souvent difficile à constater. Pour le faire, M. Payen conseille de soumettre les grains d'amidon à une forte dessiccation qui fait ressortir les différences de cohésion. En effet les parties de l'amidon qui étaient distendues par l'eau diminuent de volume plus que les autres. Le hile s'ouvre alors et laisse apercevoir dans l'intérieur les couches concentriques.

Cette observation démontre déjà que les couches internes de l'amidon sont consistantes et non liquides comme on l'avait prétendu à une certaine époque.

Pour apercevoir les couches concentriques de l'amidon, on

peut encore, d'après M. Payen, comprimer les grains d'amidon entre deux lames de verre ; le grain s'ouvre en se déchirant et laisse voir son intérieur.

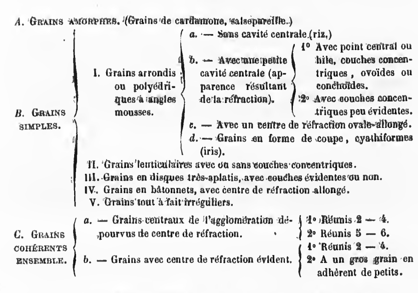
M. Payen est parvenu, pour démontrer d'une manière évidente la structure interne du grain d'amidon, à exfolier complétement la fécule. Pour opérer une dissolution locale de la couche extérieure de l'amidon, il suffit de plonger dans de l'alcool aqueux de l'amidon préalablement chauffé à 180 degrés, l'alcool s'évapore plus vite que dans l'eau, et il reste sur chaque grain d'amidon une petite goutte d'eau qui perfore la couche environnante. Si l'on porte l'amidon ainsi perforé dans l'eau alcoolisée, les couches internes de l'amidon se dilatent sous l'influence de l'eau avec plus de facilité que les couches externes, le grain d'amidon s'ouvre en quelque sorte comme une fleur.

Il résulte donc des observations microscopiques faites sur l'amidon que cette substance n'est pas cristallisée comme on l'avait cru pendant un certain temps, mais qu'elle est véritablement organisée.

Nous venons de dire que l'on peut considérer le grain d'amidon comme formé par la superposition de couches concentriques, mais ces couches paraissent elles-mêmes être constituées par la réunion de granules excessivement ténus que M. Biot a observés en éclairant au microscope avec la lumière polarisée.

Schleiden a classé les grains d'amidon de la manière suivante :

CLASSIFICATION DE SCHLEIDEN



A. Grains amorphes. (Grains de cardamome, salsepareille.)

B. Grains simples.
- I. Grains arrondis ou polyédriques à angles mousses.
  - a. — Sans cavité centrale (riz.)
  - b. — Avec une petite cavité centrale (apparence résultant de la réfraction).
    - 1° Avec point central ou hile, couches concentriques, ovoïdes ou conchoïdes.
    - 2° Avec couches concentriques peu évidentes.
  - c. — Avec un centre de réfraction ovale-allongé.
  - d. — Grains en forme de coupe, cyathiformes (iris).
- II. Grains lenticulaires avec ou sans couches concentriques.
- III. Grains en disques très-aplatis, avec couches évidentes ou non.
- IV. Grains en bâtonnets, avec centre de réfraction allongé.
- V. Grains tout à fait irréguliers.

C. Grains cohérents ensemble.
- a. — Grains centraux de l'agglomération dépourvus de centre de réfraction.
  - 1° Réunis 2 — 4.
  - 2° Réunis 5 — 6.
- b. — Grains avec centre de réfraction évident.
  - 1° Réunis 2 — 4.
  - 2° A un gros grain en adhèrent de petits.

La forme et les dimensions de ces grains varient beaucoup dans les divers végétaux; leurs formes sont cependant assez constantes pour permettre de distinguer telle ou telle espèce de fécule.

Le hile est souvent entouré de lignes circulaires et concentriques; quelquefois de ce point partent en divergeant, sous forme d'étoiles, des fentes qui pénètrent plus ou moins profondément la substance du grain de fécule, en laissant quelquefois apercevoir les couches concentriques qui le composent.

Le grain de fécule, quand il est très-jeune, commence à être une vésicule percée d'un trou. C'est par cette ouverture que pénètre, par intussusception, la matière qui vient successivement se déposer par couches. A chaque dépôt la vésicule pri-

mitive se dilate par une sorte de phénomène d'endosmose, jusqu'à ce qu'elle ait acquis trop de solidité pour céder à ce mouvement d'expansion, et c'est alors que son accroissement s'arrête. L'ostiole ou le hile n'est donc point au centre par lequel le grain de fécule, ainsi qu'on l'a prétendu, est attaché aux parois de la cellule, mais c'est la cicatrice du canal par lequel la fécule, à l'état de dissolution, a pénétré dans la vésicule.

Mentionnons, pour terminer la physiologie de la fécule, quelques recherches de M. Van Tieghen, relatives à l'influence de la lumière sur sa production ou sa disparition dans les cellules. Il a pu, dans le spirogyra, constater les faits suivants :

1° La formation de l'amidon dans les cellules est obtenue par la lumière de la lampe au pétrole. Au bout d'une demi-heure, on peut déjà reconnaître sa présence par l'iode ; au bout de 24 heures, tous les rubans de chlorophylle en sont remplis ; quelques jours plus tard, l'amidon s'y trouve en telle quantité que les rubans en sont gonflés en masses arrondies. Ils perdent peu à peu leur couleur verte et prennent une teinte jaune clair.

2° La formation de l'amidon est déterminée seulement par la lumière jaune. Dans la lumière bleue, comme dans l'obscurité, l'amidon ne se forme pas, et s'il existe disparaît peu à peu.

3° La division des cellules n'a lieu sous l'influence des rayons jaunes que par suite de l'existence préalable de l'amidon dans les cellules.

Lorsque ces dernières en contiennent, elles se divisent par des cloisons transversales aussi bien à la lumière bleue, jaune, que dans l'obscurité.

4° A la lumière bleue, les rubans de chlorophylle se conservent vivants pendant au moins 9 jours, bien qu'ils ne contien-

nent aucune trace d'amidon. Dans l'obscurité ces mêmes rubans de chlorophylle se contractent jusqu'au tiers, et même jusqu'à la moitié de la longueur de la cellule. Ils deviennent alors plus étroits, prennent des contours plus lisses, ou moins ondulés, et présentent une apparence plus régulièrement moniliforme.

5° Aussi bien à la lumière bleue que dans l'obscurité, l'amidon disparaît plus lentement qu'il ne s'est formé à la lumière blanche ou à la lumière jaune.

Les propriétés chimiques de la fécule se résument ainsi :

Chauffés au contact de l'eau, les grains de fécule se gonflent, deviennent mucilagineux et moins réfringents.

La chaleur, les acides, les alcalis agissent en transformant la fécule en dextrine, souvent il reste dans la liqueur des parties de grains non attaqués.

Le réactif le plus sensible de l'amidon est l'iode qui le colore en bleu. Il se produit un iodure d'amidon dont la couleur bleue disparaît par la chaleur, mais reparaît par le refroidissement si on n'a pas élevé la température au-dessus de 100°.

La coloration cesse de se produire quand la transformation en dextrine a été complète, ce qui n'a lieu d'ailleurs que graduellement.

4° Cristaux.

On trouve dans le tissu utriculaire des végétaux, des cristaux de différents sels, et souvent avec des formes régulières et déterminées ; tantôt ils sont isolés, tantôt réunis en masses plus ou moins volumineuses, mamelonnées ou hérissées de pointes. Ils se montrent sous la forme de rhomboèdres, de cubes, d'octaèdres ou de prismes diversement terminés. Les cellules qui les contiennent sont quelquefois plus grandes que celles de la masse du tissu en général.

La forme seule des cristaux suffira souvent pour reconnaître

leur nature chimique. Harting a dessiné dans sa micrographie les diverses formes de cristaux microscopiques que l'on rencontre dans les végétaux. L'appareil de polarisation pourra montrer si les cristaux appartiennent ou non au système régulier. Quand la forme cristalline ne suffit pas, on a recours aux réactifs chimiques. La chaux se reconnaît avec l'acide sulfurique. Le carbonate de chaux sous l'action de l'acide chlorhydrique disparaît et donne un dégagement d'acide carbonique gazeux. Les cristaux d'oxalate de chaux sont insolubles dans l'acide acétique et facilement solubles dans l'acide chlorhydrique et dans l'acide azotique sans dégagement gazeux. Le sulfate de chaux est insoluble dans tous ces acides. Ce sont là les 3 sels que l'on rencontre le plus souvent. Généralement on trouve l'oxalate de chaux dans presque toutes les écorces et dans le tissu des cactus, des rhubarbes, etc. Les fruits offriront surtout le tartrate, le malate, le citrate de chaux et les sels de potasse des mêmes acides.

Une forme de cristaux très-fréquente est celle que De Candolle a appelés raphides. Ils sont allongés sous forme d'aiguilles ou de longs prismes, excessivement grêles, terminés à leurs deux extrémités par des sommets pyramidaux très-fins. Ils sont si ténus qu'en général ou ne peut déterminer leur forme, c'est Kieser qui le premier les a découverts. Ils sont réunis en nombre considérable dans un même utricule, rapprochés, serrés les uns contre les autres et parallèles entre eux.

Les cellules qui contiennent les cristaux sont en général dépourvues de chlorophylle.

M. Payen a reconnu que les cristaux contenus dans le tissu cellulaire des végétaux n'y sont pas répandus au hasard, mais qu'ils se déposent toujours dans les cellules d'un tissu organique qui détermine et limite leur agglomération.

En effet on peut par l'emploi des acides étendus dissoudre

complétement la concrétion saline, et l'on aperçoit la masse tissulaire qui lui servait de base et l'enveloppait complétement. Le noyau organique naît d'une des parois de l'utricule par un pédicule plus ou moins allongé. Il se compose ainsi que le pédicule de cellules très-irrégulières, et son tissu est identique avec celui des cellules elles-mêmes.

On voit donc que les cristaux ne se forment pas et ne flottent pas librement dans la cellule, mais qu'il existe un appareil particulier bien organisé qui les produit et les contient. C'est dans l'intérieur des cellules de cet appareil que se dépose et cristallise la matière minérale comme dans une gangue et ce sont ces cellules qui semblent en déterminer les limites et la forme; de telle sorte qu'un même sel, l'oxalate de chaux, par exemple, peut cristalliser dans les végétaux sous plusieurs formes tout à fait différentes, dues aux différences de l'appareil où s'opère la cristallisation.

D'après cette organisation, la genèse des cristaux semblerait appartenir non pas aux forces inorganiques, mais à celles de la vie.

M. Payen a reconnu l'existence de ce tissu servant de noyau et d'enveloppe, non-seulement pour les concrétions pédiculées de carbonate de chaux, si communes dans les feuilles de figuiers et les urticées, mais dans toutes les autres cristallisations d'oxalate de chaux qu'on observe dans les végétaux d'une foule d'autres familles (polygonées, juglandées). Les raphides elles-mêmes sont recouvertes d'une pellicule commune qui passe sur la masse de celles qui sont réunies dans une même cellule. De plus, selon Payen, chaque raphide serait recouverte elle-même d'une pellicule d'une extrême ténuité.

Les cristaux que nous venons de décrire sont quelquefois si ténus et si déliés qu'ils échappent à la vue dans le champ du microscope. Pour les voir, il faudra faire usage de la lumière

polarisée. Ils apparaîtront alors doués des brillantes couleurs de l'arc-en-ciel, surtout si l'on a eu soin d'interposer une lame de gypse.

M. Turpin a trouvé dans quelques plantes du genre caladium de la famille des aroïdées, une forme particulière de la cellule commune qui recouvre les raphides. Elle est allongée, comme prismatique, amincie à ses deux extrémités qui se terminent chacune par une ouverture.

Cet utricule enveloppant est lui-même contenu dans un utricule plus grand et clos. Turpin a donné aux utricules perforés le nom de *biforines*. Quand on plonge ces biforines dans l'eau, on voit bientôt sortir de ses ouvertures et par saccades ou décharges intermittentes une partie des raphides qu'elle renferme. Après leur expulsion complète, l'utricule perforé s'affaisse sur lui-même et prend la forme d'un cordon ou d'un boyau flexueux.

M. Châtin, dans un mémoire publié dans le bulletin de la Société botanique, a étudié ces cellules perforées dans le genre pontederia. Voici le résumé de ce mémoire, qui en montre une variété.

Si l'on examine les tissus du pétiole du pontederia crassipes, on remarque des lacunes considérables formées par des cellules lâchement unies, lesquelles lacunes sont coupées par des diaphragmes. Eh bien, dans quelques-uns des utricules formant les parois des lacunes, on observe des cristaux, les uns bi-pyramidaux, les autres en forme de navette ou de grosse raphide, par suite de l'arrondissement des arêtes. Les cristaux, le plus souvent solitaires dans chacun des utricules, quelquefois au nombre de deux, atteignent une longueur beaucoup plus grande que le diamètre de celles-ci, qu'ils perforent pour s'avancer par leurs deux extrémités aux pôles, dès lors exsertes, dans les deux lacunes contiguës séparées par la rangée d'utricules à laquelle

appartiennent ceux de ces derniers que traversent les cristaux.

Quelques-uns des utricules formant les parois des lacunes sont remplis de fines raphides; quelques autres contiennent des granules verts. Il n'a pas semblé que les cellules des diaphragmes du pontederia crassipes produisissent des cristaux perforants.

M. Châtin a pris ensuite le pontederia cordata et en examinant la tige et les cellules diaphragmatiques il y a trouvé des cristaux perforants.

Vus dans une coupe longitudinale du parenchyme lacuneux, ces cristaux (qui parfois se montrent réduits à une de leurs moitiés, par suite de non-formation de l'autre moitié de la pyramide on par cassure) ont leurs deux pôles engagés dans les deux chambres superposées que sépare le diaphragme auquel appartiennent les cellules cristallifères. Observés au contraire dans une coupe horizontale de la tige, ces cristaux ne montrent tout naturellement que la moitié de leur pyramide qui passe au-dessus du diaphragme.

Des utricules ovoïdes remplis de fines raphides s'élèvent d'ailleurs de la surface des diaphragmes ou pendent au-dessous d'eux dans les chambres des lacunes; quelques autres cellules qui peut-être servent de matrice à des cristaux perforants, sont placées çà et là entre les cellules tabulaires des diaphragmes au delà desquelles elles s'avancent dans les chambres à air.

La solubilité des cristaux de pontederia dans les acides azotique et chlorhydrique et leur insolubilité dans l'acide acétique établissent qu'ils sont formés d'oxalate de chaux.

L'existence et la formation des différents sels dans l'intérieur des tissus végétaux n'ont rien de surprenant. On sait en effet que par les progrès de la végétation, il se forme des acides dans les organes végétaux. Or ces acides se trouvent mis en contact avec

les bases que les racines ont puisées dans le sein de la terre, soit à l'état de dissolution, soit simplement suspendues dans l'eau et ont ainsi formé des sels insolubles (carbonate et oxalate de chaux) qui ont cristallisé.

Maintenant, quelle est l'origine du noyau organique qui sert de base aux concrétions cristallines? M. Payen est d'avis que c'est un appareil spécial destiné à servir à la formation des cristaux. D'après Richard, il est probable que le cristal existe avant la formation de la membrane qui l'enveloppe et qui ne se déposerait sur lui qu'après coup. Une fois formé, chaque cristal plongé dans le liquide nutritif se recouvre petit à petit d'un dépôt de matière organique qui forme une couche mince s'appliquant exactement sur sa surface.

Les premiers observateurs qui remarquèrent les cristaux dans les cellules ne les considérèrent pas comme tels. Ils admirent, et Nägeli est encore de ce nombre, que les corps d'apparence cristalline qui se rencontrent fréquemment dans les cellules, ne sont que des cristalloïdes. Ils se distinguent par des caractères importants des véritables cristaux et se rapprochent en bien des points des organismes, tels que les membranes cellulosiques et les grains d'amidon. Bien qu'au premier aspect on soit tenté de les prendre pour des cristaux, tant ils ont de ressemblance avec eux, Nägeli a prouvé par des mesures exactes (cristalloïdes de la noix de Para) qu'un même angle peut, dans les circonstances analogues, varier de 2 à 3 degrés et que les surfaces opposées ne sont pas toujours exactement parallèles. Une autre différence encore plus frappante, et que Cohn a remarquée, existe dans le pouvoir d'imbibition des cristalloïdes, et dans les dilatations qu'ils éprouvent sous l'influence de certains réactifs; dans ces circonstances leurs angles peuvent changer de 15° à 16°; ils se comportent en cela comme les parties organisées des cellules. Les rapports des

molécules entre elles ne sont par conséquent pas les mêmes que dans les vrais cristaux ; chacun peut s'entourer d'une couche liquide et la retenir avec tant de force, que les molécules voisines s'écartent les unes des autres et que le cristalloïde augmente ainsi de volume; les cristaux, au contraire, sont toujours imperméables aux liquides, parce que leur cohésion moléculaire est plus forte que leur affinité pour l'eau. Les réactifs qui dilatent les cristalloïdes ne pénètrent pas uniformément dans toutes leurs parties, et c'est pourquoi les angles changent; des tensions intérieures se font sentir, et finalement se manifestent à l'extérieur par des crevasses; les couches liquides qui enveloppent les molécules ne sont donc pas partout d'égale épaisseur et celles-ci ne sont pas sphériques.

Du pouvoir imbibant des cristalloïdes et de la circonstance qu'ils sont moins compactes à l'intérieur qu'à l'extérieur, Nägeli a conclu qu'ils s'accroissent par intussusception comme les grains d'amidon, et non pas par apposition comme les cristaux. La substance qui occupe l'intérieur des gros cristalloïdes n'est point analogue à celle des petits; tous sont enveloppés d'une couche compacte qui ne se rencontre qu'une fois dans leur épaisseur; s'ils croissaient par apposition, on devrait trouver à l'intérieur des plus gros, celles de ces couches qui se trouvaient autrefois à leur superficie. Nägeli s'élève aussi contre l'hypothèse d'après laquelle ils seraient primitivement sphériques. Ils se distinguent des grains d'amidon en ce qu'ils n'ont point de centre organique; leurs couches moléculaires sont par conséquent planes au lieu d'être concentriques. Les tensions intérieures dont les grains d'amidon sont le théâtre et l'alternance des couches plus ou moins denses qui en est la conséquence, n'ont donc pas de raison d'être chez les cristalloïdes.

Les cristalloïdes se rapprochent encore en un point des membranes cellulaires et des grains d'amidon ; ils sont com-

posés de deux substances intimement mélangées et de solubilité différente ; lorsque par des dissolvants quelconques on a extrait la plus soluble, la seconde se présente sous la forme d'un squelette qui, tout en ayant l'aspect extérieur du cristalloïde, s'en distingue pourtant par son peu de densité.

Appuyé sur les nombreux points de contact des cristalloïdes avec les grains d'amidon et les membranes cellulaires, Nägeli affirme que leur constitution moléculaire doit être la même; ils se composent de molécules cristallines infiniment petites, formées elles-mêmes d'un grand nombre d'atomes ; ces molécules se touchent (c'est-à-dire ne sont pas séparées par une substance pondérable) à l'état sec ; à l'état humide, elles sont entourées de couches d'eau. L'influence des cristalloïdes sur la lumière polarisée confirme cette manière de voir ; comme pour toutes les substances organiques, cette influence est très-faible comparée à celle des cristaux.

Revenons sur certains détails relatifs aux cristalloïdes :

1° La plupart des observateurs sont d'accord pour reconnaître que les combinaisons albumineuses jouent un rôle important dans la constitution des cristalloïdes; bien des faits montrent de plus que ce sont ces mêmes combinaisons qui déterminent les réactions de ces organismes, coloration par l'iode en jaune ou brun ; apparition de la couleur de la xanthoprotéine, sous l'influence de l'acide azotique et des bases énergiques.

D'après Maschke, qui a entrepris une analyse chimique soignée des cristalloïdes, il a reconnu qu'ils se composent de caséine, combinée avec un acide encore indéterminé, lequel est la cause de leur solubilité dans l'eau chaude. Les cristalloïdes dissous dans de l'eau à 40 ou 50° se reforment par évaporation de la solution et sont d'abord mous et glutineux ; traités par l'alcool, ils deviennent durs et se coagulent.

Nägeli a réussi à décomposer les cristalloïdes en deux combinaisons de solubilité différente. Les cristalloïdes de la noix de Para traités à la fois par un acide faible et par une solution concentrée de glycérine se modifient peu à peu de l'extérieur à l'intérieur; ils deviennent plus transparents et moins réfringents. — La plupart tombent en morceaux. Le squelette est très-fragile, et a la grosseur du cristalloïde primitif; ses angles et ses arêtes sont souvent encore très-bien dessinés. — L'iode le colore en jaune. — Nägeli l'estime à 1/10 de la masse du cristalloïde. — Quand on traite les cristalloïdes colorés du solanum americanum par l'alcool, l'éther et les acides, on obtient un squelette également très-fragile, d'une densité très-faible et de composition albumineuse, la portion extraite dans l'alcool et les acides n'est donc pas seulement la matière colorante.

Une propriété commune à tous les cristalloïdes est de se dilater jusqu'au double de leur volume sous l'influence de solutions alcalines diluées. — Ce caractère commun à la fécule se rencontre dans presque tous ces organismes.

La forme des cristalloïdes se rapproche beaucoup de celle des véritables cristaux. Elle varie d'une plante à l'autre et dans la même plante montre différentes dérivations du même système. Les cristalloïdes du bertholettia excelsa ressemblent à des rhomboèdres, ceux des grains d'amidon sont tétraédriques ou octaédriques; — on voit des cristalloïdes de cette forme, d'une dimension énorme, dans les cellules de la tige du begonia incarnata. Dans le lathrœa squammaria, ce sont des plaques carrées ou rectangulaires.

Nous voyons en un mot, d'après ce qui précède, combien en effet les corps décrits jusqu'ici, sous le nom de cristaux, diffèrent en réalité de ce qu'on désigne chimiquement sous ce nom.

5° Granules azotés.

On trouve dans les cellules des granules de matière organique âzotée, fort petits, de forme irrégulière, inégaux, parfaitement incolores et transparents qui se colorent en jaune brunâtre par l'iode. C'est par ce caractère qu'on peut les distinguer de la fécule. Ils sont appliqués généralement contre les parois des cellules ou quelquefois nagent dans le liquide qui les remplit.

Outre ces granules azotés, on rencontre encore dans les cellules deux autres substances : l'aleurone et l'inuline.

Aleurone. — Distingué pour la première fois par Hartig, il se trouve sous forme de grains, dans le périsperme des légumineuses, dans celui du bertholletia et à côté des grains d'amidon dans le périsperme des conifères. On le voit au contraire, sous forme cristalline entourée de grains d'amidon, dans le périsperme des typhacées (sparganium, typha) et dans les cellules de la pomme de terre; les pommes de terre cuites le montrent on ne peut mieux sous forme de cristal isolé; ce fait a été signalé pour la première fois par Cohn. On doit considérer aussi comme de l'aleurome les gros cristaux si réguliers et si bien formés que Karsten a le premier observés dans le suc laiteux du jatropha manihot et ceux que Radlkofer découvrit dans le nucléus du lathrœa.

Cet aleurone montre une structure stratifiée; il est doublement réfringent, mais d'une manière très-faible; il est facilement soluble dans l'eau, les acides et les alcalis; il est coloré en jaune par la glycérine iodée et en rouge brique par l'azotate de mercure. C'est ce qui le différencie de l'amidon.

Inuline. — Substance trouvée par Rose dans la racine de

l'aunée (inula helenium) et qui a reçu les noms d'alantine et d'élécampe. Elle existe aussi dans celle du dahlia (dahline), de la plupart des synanthérées, chicoracées, etc.

L'inuline ($C^{12}H^{10}O^{10}$) est simplement un isomère de l'amidon, comme les gommes, mais n'est pas une fécule. Déjà Meyer avait reconnu qu'elle est à l'état de dissolution dans le dahlia. Gannal et Robin ont montré qu'elle est naturellement liquide dans toutes les plantes où on l'a signalée. On l'extrait par l'eau bouillante, qu'on clarifie. Elle se dépose ensuite par évaporation sous forme de pellicules qui se réduisent en poussière blanche, grisâtre, criant sous la dent, soluble dans l'eau bouillante, et déposant en grande partie par refroidissement.

Au microscope, elle offre l'état de fines granulations irrégulières, comme celles de tout précipité amorphe, larges de $0^{mm},001$ à 5. Elle rougit par l'iode et dévie à droite le plan de polarisation.

V. — LACUNES.

On appelle lacunes des cavités qui se forment d'une manière constante dans certaines plantes, surtout aquatiques, par rupture et destruction d'un certain nombre de cellules du tissu de la moelle. Les lacunes se distinguent des méats en ce que ces derniers résultent de l'écartement des cellules, tandis qu'elles proviennent de la destruction des cellules, qui ont existé à la place où se trouvent les lacunes.

Dans la plupart des plantes, elles sont pleines d'air; dans d'autres, elles renferment des résines ou des gommes. Elles ne contiennent jamais d'amidon, de cristaux, ni de ce liquide granuleux que renferment les cellules (protoplasma).

Le noyer présente un grand nombre de lacunes dans sa moelle sous forme de chambres superposées, séparées par des

cloisons minces auxquelles on doit également donner ce nom. Toutes les parties dans lesquelles on les observe ont d'abord été pleines et continues. C'est par suite de leur développement que ces cavités se sont formées à leur intérieur, soit par la déchirure ou l'écartement, soit par la destruction partielle du tissu cellulaire.

La cavité de la lacune n'est pas tapissée par une membrane propre, mais par une membrane accidentelle résultant de la condensation du tissu cellulaire aux dépens duquel a été formée la lacune.

Quant à la forme des lacunes, elle est en général irrégulière, quelquefois assez régulière.

Il est bon de dire ici comment les cellules sont unies entre elles : cette union a lieu au moyen d'une substance amorphe, dite intercellulaire, existant là où il n'y a pas de méats intercellulaires. Cette substance n'est peut-être que le xylogène placé dans les interstices des cellules au lieu d'être mêlé à la cellulose dans leurs parois. Elle en a en effet toutes les réactions; elle est facilement dissoute par la potasse caustique et insoluble ou difficilement dissoute dans l'acide sulfurique. Le mélange iodo-sulfurique ne la colore pas en bleu.

Quant à l'origine de la matière intracellulaire, il est évident qu'elle provient de la transformation de la paroi de cellulose des cellules qui change de composition chimique à la suite de la multiplication d'autres cellules dans son intérieur.

VI. — GENÈSE ET DÉVELOPPEMENT DU TISSU CELLULAIRE.

Quelques généralités sont indispensables pour permettre de bien comprendre les faits qui vont suivre.

Dans tous les points où l'on rencontre des éléments anatomiques végétaux en voie de rénovation moléculaire, c'est-à-dire vivants, il est possible de saisir sur le fait l'apparition ou la genèse d'autres éléments anatomiques. Jusqu'ici on n'a pu vérifier cette génération que dans les conditions ci-dessus. Aussi doit-on soigneusement distinguer de l'hétérogénie cette génération qu'on peut appeler *spontanée*, si l'on veut, de particules organisées apparaissant là où elles n'existaient pas quelques instants auparavant, la première se produisant, au dire des auteurs qui défendent cette cause, dans des milieux non organisés.

Dans tous les cas où l'on observe la genèse des éléments anatomiques végétaux, ils ne sont jamais, au moment de leur apparition, semblables à ce qu'ils seront plus tard. Quelques-uns peuvent, il est vrai, rester plus ou moins longtemps tels qu'ils étaient lors de leur genèse, mais le plus grand nombre est *con-*

sécutivement le siége des phénomènes du *développement;* nous voulons dire que, outre l'augmentation de masse, il se fait en eux une succession d'apparitions de parties nouvelles, par génération au sein de cette masse de corps nouveaux (noyaux, nucléoles), etc.

La genèse des éléments végétaux se produit dans les circonstances que voici : Au milieu d'une substance mucilagineuse, dit M. Trécul, que l'on a nommée cambium, ou entre les cellules préexistantes dans le liquide mucilagineux qui les sépare quelquefois et qui a été nommé matière intercellulaire, se développent dans certains cas des utricules tout à fait indépendants les uns des autres ou de ceux qui les environnent.

Il est donc un fait avéré et hors de doute, c'est l'accroissement du tissu utriculaire par la multiplication des cellules qui le composent.

Comment a lieu cette multiplication de cellules? Les théories ne manquent pas et si aucune ne suffit à expliquer tous les faits observés, cela tient à ce que la multiplication des cellules a lieu suivant plusieurs modes fort différents.

Avant d'élucider ces diverses questions, jetons un coup d'œil rapide sur les opinions diverses émises successivement par les auteurs qui ont étudié cette question.

D'après *Tréviranus* et *Turpin,* les granules de chlorophylle contenus dans les cellules seraient les éléments de leur multiplication. Turpin a donné à ces globules le nom de *globuline.* Selon lui, chaque grain de globuline est une petite vésicule à paroi diaphane contenant d'autres vésicules plus petites appelées *globulins.* Ce sont ces globulins, toujours d'après Turpin, qui en prenant de l'expansion se gonflent, déchirent la membrane ou vésicule mère qui les contenait, pour former chacun autant de nouvelles vésicules. Plus tard, chacune de ces nouvelles cellules contenant de la globuline éprouve les

mêmes changements, de sorte que, par suite de cet emboîtement presque indéfini, le développement du tissu cellulaire n'a pas, en quelque sorte, de limites précises.

Cette théorie de Turpin a été abandonnée depuis que Mohl a fait connaître la structure de la chlorophylle qui n'est pas formée d'une suite de grains ou vésicules emboîtées.

D'autres physiologistes admettent que c'est dans l'épaisseur même des parois des utricules que se développent celles qui viennent en augmenter le nombre. Cet accroissement, selon eux, n'aurait lieu que tant que ces parois conservent une certaine épaisseur.

Kieser voit la multiplication des cellules dans ces globules si petits de nature azotée dont nous avons parlé et qui après s'être fixés dans une place s'y développent et forment de nouvelles cellules.

Mirbel, dans un travail publié en 1832 sur le marchantia polymorpha, a montré un mode de formation spéciale des cellules nouvelles particulier à cette plante et à quelques autres d'un ordre inférieur. Il a pris la plante ab ovo, et en a examiné le développement complet.

Il a commencé par examiner les spores qui sont de la plus grande simplicité. Ce sont des utricules membraneux transparents, remplis de globules jaunes. En les soumettant à la germination sur des plaques de verre humides, on remarque qu'ils se gonflent, deviennent sphériques, et les globules deviennent verts. Chaque utricule s'allonge alors dans un point de sa périphérie en un tube clos à son extrémité. Ce tube se renfle bientôt en un nouvel utricule, émettant un autre tube et ainsi de suite. Dans les utricules nouveaux et souvent dans les tubes, on voit des granules verts. Il suit de là que chaque jeune individu représente une sorte de chapelet ou de cordon noueux souvent ramifié. Le nombre des

utricules allant ainsi en croissant, il en résulte d'abord une masse amorphe, mais qui peu à peu prend l'aspect foliacé.

Mirbel a émis une théorie particulière sur la formation du tissu cellulaire en général. Elle a été combattue par un grand nombre de physiologistes.

D'après lui, le cambium est le fluide nutritif du végétal, en même temps que l'origine de tous les organes qui le composent. C'est un liquide incolore, gommeux. Non-seulement il sert à la nutrition des organes déjà existants, mais par les dépôts qu'il forme, soit dans les utricules, soit dans les vaisseaux ou les méats, il devient l'origine de formations nouvelles qui augmentent la masse des tissus. Mirbel a suivi les transformations du cambium jusqu'au point où il forme du tissu cellullaire.

1° Dans les points où abonde le cambium et où doivent se former de nouvelles cellules, on voit peu à peu apparaître des mamelons arrondis et gélatineux. C'est le premier degré d'organisation, ce qu'il appelle *cambium globuleux*.

2° Bientôt chaque mamelon, d'abord parfaitement transparent, présente une petite tache légèrement opaque, qui, peu à peu, s'étend et grandit. Une cavité s'est, dès ce moment, formée dans chacun des mamelons et l'on a le deuxième degré de transformation ou *cambium cellulo-globuleux*.

3° Bientôt la cavité de chaque mamelon s'agrandit en repoussant ses parois vers l'extérieur, qui deviennent d'autant plus minces que la première s'accroît plus et le tissu cellulaire se montre alors avec des parois dont la face interne est couverte de papilles disposées en séries rectilignes régulières. C'est le tissu cellulaire *papilleux*.

4° Enfin, par suite des progrès de la végétation, les parois cellulaires deviennent plus minces, les papilles disparaissent, et l'on a le tissu cellulaire à son état complet de développement.

Dans cette théorie de Mirbel, le tissu cellulaire forme une masse continue. Les parois qui forment les cellules sont simples et ce n'est qu'accidentellement qu'elles se dédoublent en deux feuillets, de manière à constituer des corps vésiculeux distincts. Ces idées ont été vivement combattues en Allemagne par Unger et Mohl.

Mirbel admet encore une opinion contraire à celle que l'on a émise sur la formation successive des couches emboîtées dont se composent les parois des cellules. Selon lui, dès que la cellule est bien constituée, il se dépose du cambium dans son intérieur, qui s'organise en passant par tous les états intermédiaires, que nous avons indiqués. L'une des cellules nouvelles qu'il produit prend plus d'accroissement, étouffe en quelque sorte les autres et ne cesse de s'accroître que lorsqu'elle s'est appliquée et soudée avec la paroi interne.

Telles sont les principales théories émises sur la formation des cellules, mais il y a quelques travaux récents qui ont été faits à ce sujet et que nous allons analyser dans les lignes qui vont suivre.

M. Unger admet que la multiplication des cellules a lieu par le nucléus. Dans le contenu homogène de la cellule mère se séparent d'abord des corpuscules ronds. Autour d'eux se dépose une couche de gelée qui bientôt s'étend sous la forme d'une vésicule et se sépare en totalité ou en partie du nucléus. La vésicule gélatineuse devient la membrane de la jeune cellule et le nucléus reste ou attaché à la paroi ou libre dans l'intérieur de la cellule et disparaît dans les deux cas, après que celle-ci a atteint un plus haut degré de développement.

Schleiden a modifié l'opinion que nous émettions tout à l'heure. Dans un ouvrage publié en 1849 et intitulé « *Grundzuge* » il dit que le protoplasma se réunit en un corps plus ou

moins arrondi à la fin, nettement circonscrit, le nucléus (cytoblaste) sur lequel se dépose une couche de protoplasma, qui s'étend en vésicule et forme l'enveloppe de la cellule. Le tout s'entoure de bonne heure d'une couche de cellulose.

Tout se forme en un mot directement du protoplasma.

Hoffmeister. Comme premier degré de formation des nucléoles, dit-il, j'ai trouvé partout où il me fut donné de remonter jusqu'à leur naissance, *des vésicules muqueuses* munies d'une fine membrane, sans formation solide de la cellule primitive dont elle double l'épaisseur. Il se forme de même une troisième, quatrième, cinquième couche par emboîtement réciproque des cellules. Il est probable, quoi qu'en dise Mirbel, que ces couches emboîtées sont dues à des dépôts de cambium opérées directement.

M. Schleiden a émis une opinion ingénieuse sur la formation des cellules. D'après lui, le nucléus a été l'origine de la cellule contre les parois de laquelle on le trouve appliqué. Examinons cette théorie en détail :

Dans le lieu où doivent se former de nouvelles cellules, il s'épanche d'abord une matière mucilagineuse qui est destinée à devenir l'origine des tissus qui vont se développer. En effet, bientôt apparaissent de petits granules qui troublent la solution gommeuse jusqu'alors homogène, et la rendent opaque. Dans cette masse se forment des granules plus gros et plus nets et bientôt se montrent aussi les cytoblastes ou nucléus qui paraissent autour de certains granules comme une coagulation granuleuse. Aussitôt que les cytoblastes ont atteint leur grosseur, il s'en élève une vésicule fine et transparente; c'est la jeune cellule qui d'abord se montre comme un segment de sphère très-aplatie, dont le côté plan est formé par le cytoblaste et le côté convexe par la jeune cellule qui représente en quelque sorte le verre d'une montre.

Dans leur milieu naturel, on les reconnaît presque uniquement à ce que l'espace compris entre le cytoblaste et leur convexité, rempli par un liquide clair et transparent, est limité par les petits granules mucilagineux repoussés par son accroissement et accumulés à sa surface. En isolant ces jeunes cellules, on peut enlever ces grains de mucilage.

Successivement la vésicule se dilate et devient plus consistante; ses parois sont alors formées d'une gelée, à l'exception du cytoblaste qui fait constamment partie de la paroi. En peu de temps la cellule s'accroît, et devient enfin si grande que le cytoblaste ne semble plus être qu'un petit corps enclavé dans une de ses parois.

Ainsi, d'après Schleiden, l'utricule provient du cytoblaste qui lui-même s'est formé dans la matière granuleuse qui s'est montrée dans le mucilage, origine de tous les organismes nouveaux.

M. Mohl a fait des recherches sur le développement du tissu utriculaire :

L'examen d'un tissu cellulaire fait dans son premier développement présente un tissu qui, abstraction faite de l'extrême ténuité des parois, se distingue du tissu des parties développées par une adhérence plus intime qui s'étend parfois jusqu'à la suppression complète des méats intercellulaires, ainsi que par une épaisseur *inégale* de ses parois. Ce dernier fait, signalé par M. Unger, est très-important. En effet, comme à ces endroits nous avons sous les yeux certains points où le nombre des organes élémentaires augmente constamment sans que nous puissions y trouver aucune interruption dans la continuité du tissu, ou une place où de nouveaux organes élémentaires puissent s'interposer entre ceux déjà formés, on ne voit que deux modifications à proposer pour la multiplication des cellules, 1° la division des cellules plus âgées, par suite de la formation d'une

cloison; 2° la création des cellules les unes dans les autres.

On remarque sans exception à l'intérieur, à chacune de ces jeunes cellules, un utricule primordial dont l'origine semble donc simultanée avec celle de la cellule elle-même. Mohl croit avoir observé que dans la cellule qui allait se multiplier, il existait déjà deux utricules primordiaux placés l'un à côté de l'autre, avant la formation de la cloison qui tendrait à les séparer. Il a cru observer ce détail dans le pinus sylvestris, sambucus ebulus, asclepias syriaca, etc. Cependant il n'affirme pas que le fait soit parfaitement démontré.

Puisque chaque cellule renferme un utricule primordial, cet utricule doit, avant que la multiplication ait lieu, ou être résorbé pour faire place à deux nouvelles cellules qui viendront le remplacer, ou l'ancien utricule primordial doit en former deux par étranglement. La première hypothèse est la plus vraisemblable, car la formation de l'utricule primordial dans les plantes vasculaires se trouve toujours liée à celle d'un nucléus.

Ce qui précède confirme, dit Mohl, la théorie de M. Schleiden. Il y a cependant deux différences entre les deux théories.

1° La première concerne le rapport du nucléus avec la membrane cellulaire naissante. M. Schleiden fait procéder cette dernière du nucléus sur lequel elle serait appliquée comme le verre d'une montre et veut que le nucléus forme une partie de la cellule développée elle-même. Mohl admet au contraire que la substance cellulaire enveloppe seulement le nucléus sous la forme d'une vésicule close qui en est à distance, de sorte que le nucléus n'a aucun point de contact immédiat avec la membrane cellulaire.

2° Selon Schleiden, cette dernière constituera par la suite la membrane la plus externe de la cellule. Pour M. Mohl, au contraire, elle paraît être l'utricule primordial. D'ailleurs, plus tard,

il y a adhérence intime du nucléus avec l'utricule primordial, et cela doit faire supposer que cet utricule constitue la première membrane cellulaire, au lieu d'admettre que la membrane cellulaire extérieure formerait la première; que plus tard l'utricule primordial viendrait s'interposer entre elle et le nucléus.

Il est un procédé qui permet d'arriver à voir l'utricule primordial, autrement que par la macération dans l'alcool.

Il suffit d'exposer la préparation pendant quelques minutes à l'action de l'acide nitrique ou chlorhydrique, de saturer ensuite par l'ammoniaque et de traiter la préparation par l'iode pour voir en général avec autant de netteté que si la plante eût été conservée dans l'alcool, l'utricule primordial apparaître sous la forme d'une vésicule détachée de la membrane cellulaire. On peut la voir aussi dans le vallisneria spiralis, dans les feuilles des mousses et des hépatiques, le jungermannia Taylori, etc., à l'intérieur dans la majorité des cas. Quand il existe des nucléoles, ils sont nés après le nucléus. Cette vésicule nucléaire commence sans exception par une goutte de mucus sphérique. Il ajoute : le nucléus naît avant la formation de la cellule. Une partie du contenu de celle-ci s'accumule autour de lui, se revêt d'une membrane très-mince, de nature albumineuse, par laquelle est sécrétée la paroi de cellulose.

Mohl (1850). — D'après lui, des masses de protoplasma à limites indéterminées, et dont la dernière croît vers l'extérieur, s'accumulent aux places où doivent apparaître les nucléus. Plus tard, on remarque, à l'aide de l'iode, au milieu de chaque masse, un corps globuleux formé d'une substance granuleuse, lequel est homogène et souvent très-brillant. C'est un nucléole. Les nucléoles paraissent à M. Mohl des grains solides qui plus tard se forment souvent en cellules.

Nous avons tenu à exposer les diverses opinions émises par les auteurs. Il est actuellement généralement reconnu que les

cellules se reproduisent selon deux modes bien distincts : 1° la multiplication *par division ;* 2° la multiplication *par formation libre.* Dans le premier cas, le contenu de la cellule mère se divise en deux ou plusieurs parties; dans le second, le contenu se distribue autour d'un ou de plusieurs noyaux.

1° *Multiplication par division.* — Ce mode de multiplication s'observe très-bien dans certaines algues filiformes à longues cellules (spirogyres, conferves, cladophores, etc.). Pour cela, on choisira avec avantage les rameaux les plus jeunes des cladophores. On cherchera les cellules qui présentent dans le milieu de leur longueur un certain étranglement du contenu verdâtre. Dans ces points, on reconnaît une ligne transversale mince à double contour ; elle manque au milieu de l'étranglement, c'est-à-dire qu'elle ne représente que le commencement de la paroi de séparation qui doit se former. Quand on prend soin d'entretenir l'eau sur le verre, et qu'on attache soigneusement la préparation sur la table, on peut observer de quart d'heure en quart d'heure les progrès de l'étranglement : la paroi de séparation s'avance peu à peu jusqu'à séparer d'une manière complète le contenu de la cellule mère en deux parties.

Le même phénomène s'observe dans les feuilles de mousses et d'hépatiques ; mais il est moins facile à suivre par suite de la difficulté que l'on éprouve à observer vivante la plante sous le microscope ;

2° *Multiplication par formation libre.* — Ce mode de reproduction est facile à suivre dans le développement des premières cellules qui doivent constituer l'albumen dans le sac embryonnaire des ovules fécondés. — On choisira de préférence certaines familles chez lesquelles l'observation est plus facile (onagrariées, liliacées).

On doit pour cela isoler le sac embryonnaire, ce qui se fait

facilement sous le microscope simple à l'aide de l'aiguille, quand toutefois on s'est procuré, au moyen de deux coupes, une lamelle longitudinale de l'ovule suffisamment épaisse. Une coupe longitudinale modérément épaisse, à travers le sac embryonnaire, conduit même parfaitement au but, quand la paroi protoplasmique de ce sac est formée par un liquide sirupeux. Dans cette paroi protoplasmique, qui coule souvent au dehors avec le jus des cellules par la blessure faite au sac embryonnaire, on remarque alors des noyaux libres et des corpuscules brillants ressemblant aux corpuscules des noyaux cellulaires. On voit en outre des noyaux complétement entourés de protoplasma, et d'autres qui sont logés ensemble dans un utricule transparent montrant seulement sur ses bords du protoplasma granuleux. Par l'emploi de l'eau sucrée, dans quelques cas, le contour de cet utricule plein de suc cellulaire se resserre tout ensemble; dans d'autres cas, au contraire, la membrane formant ce contour reste en place, le contenu granuleux seul se retire. Dans d'autres cas encore, la membrane est si mince qu'elle se résout d'elle-même en quelques instants dans l'eau du porte-objet : alors il est très-bon de se servir comme milieu du suc cellulaire du sac embryonnaire même.

VII. — COMPOSITION CHIMIQUE.

L'unité d'organisation des cellules est confirmée par l'unité de composition chimique. Toutes les cellules, quels que soient leur origine, leurs fonctions, leur aspect, leur forme, leur âge, ont une même composition chimique.

La paroi des cellules est formée de cellulose unie à quelques sels ou à du xylogène ou à de la subérine, ou bien à de la subérine presque pure, avec des sels et un peu de cellulose.

Dans les jeunes cellules, on trouve de la cellulose seulement. Étudions ces diverses substances :

1° Cellulose.

La cellulose a pour composition $C^{12} H^{10} O^{10}$. Elle est isomère avec l'amidon.

La cellulose est une substance blanche, insipide, inodore, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, les huiles fixes et volatiles.

Le papier et le coton peuvent en donner une idée assez exacte : ils sont formés de cellulose presque pure. Il en est de même pour la moelle de sureau, ainsi que pour celle de l'œschinomène paludosa qui fournit le papier de riz.

Tant qu'on respecte l'état d'agrégation de la cellulose, elle ne fournit qu'un corps inerte destiné à s'immobiliser dans la plante, et à résister aux réactifs de la séve qui doivent incessamment s'essayer sur elle. C'est donc un corps réfractaire tant qu'il conserve son organisation végétale, mais composé d'eau et de carbone, comme le sucre et l'amidon, il est disposé comme eux à entrer dans une sphère d'affinités nouvelles dès qu'il a été détruit dans sa constitution physique, dès qu'il se trouve sollicité par des réactifs assez énergiques pour s'adresser aux éléments mêmes.

L'eau froide ne l'altère pas.

L'eau bouillante le désagrége dans les jeunes tissus.

$D = 1{,}525$.

L'action simultanée de l'eau et de l'air l'altère avec le temps et le transforme en humus, après avoir donné naissance à de l'acide carbonique.

Distillée en vase clos, elle donne des produits empyreumatiques, — chauffée à l'air, elle s'enflamme.

L'acide sulfurique la dissout sans la colorer, et la transforme en dextrine, puis en glucose.

Préparation :

Faire agir 140 parties d'acide sulfurique sur 100 parties de charpie, — saturer le magma par la craie, filtrer. — La liqueur obtenue contient le glycose.

On admet que, sous l'influence des acides, la cellulose se change d'abord en amidon. — M. Payen s'est assuré, en effet, que la cellulose traitée par l'acide sulfurique étendu acquiert la propriété de se colorer en bleu par l'amidon.

Plongée dans l'acide azotique fumant, la cellulose se combine avec l'acide sans changer de forme et constitue le fulmicoton.

Toutes ces réactions tendent à prouver que la cellulose se rapproche beaucoup de l'amidon dont elle semble n'être qu'une modification isomérique.

Les dissolutions alcalines étendues n'exercent pas sensiblement d'action sur la cellulose.

Idem du chlore. — Mais employées en excès elles la désagrégent et la détruisent complétement.

La cellulose est colorée en bleu par l'iode et l'acide sulfurique et par la dissolution de chlorure de zinc iodé. Cette coloration n'est pas constante : il y a en effet des variétés de cellulose qui ne sont colorées ni par l'un ni par l'autre de ces réactifs (cellulose des cellules de moisissure).

La cellulose constitue, sous une forme faiblement agrégée, le parenchyme des jeunes feuilles, les lichens, les périspermes de certains fruits. Sous forme de tubes longs, plus ou moins épais et fortement agrégés, elle constitue les filaments de diverses plantes textiles, du lin, du chanvre, du coton, de l'agave, du phormium, du bananier, de l'urtica urens, etc.

La substance ligneuse est soluble dans la potasse, dans l'acide

azotique et dans le chlorate de potasse, difficilement dans l'acide sulfurique.

La substance tubéreuse est de même soluble dans la potasse, mais insoluble dans l'acide sulfurique, pas soluble dans l'acide azotique et le chlorate de potasse qui la changent, comme tous les agents oxydants, en une substance analogue à la cire.

Pour terminer l'histoire de la cellulose, disons qu'elle peut passer et passe dans les plantes, en certaines conditions de végétation, d'une part à l'état de fécules ou de corps isomères, ou d'autre part à l'état de xylogène et de subérine par catalyse.

2° Xilogène.

Substance lignifiante caractérisée par sa solubilité facile et complète dans la potasse caustique et au contraire par son insolubilité ou très-difficile dissolution dans l'acide sulfurique.

Le xylogène se trouve dans la paroi des cellules et dans les couches d'épaississement des cellules liquéfiées. Il en détermine la rigidité et ralentit l'action du mélange iodo-sulfurique sur la cellulose. C'est la matière incrustante des auteurs.

Sous l'influence des alcalis, il donne naissance à ces produits décrits par les auteurs sous les noms de lignum, lignose, etc.

3° Subérine.

C'est le nom donné par Chevreul au tissu du liége. Elle est soluble dans la potasse comme le xylogène insoluble dans l'acide sulfurique.

Elle se change en une matière tenace d'apparence résineuse, sous l'influence du chlorate de potasse et de l'acide azotique. Elle est alors insoluble dans l'alcool et l'éther, et brûle avec

une flamme claire et aromatique en laissant un charbon poreux.

La subérine se trouve dans la paroi des vieilles cellules et dans les couches cuticulaires des cellules épidermiques.

Elle empêche, comme le xylogène, l'action de l'iode et de l'acide sulfurique sur la cellulose.

CHAPITRE II

Fibres.

Les fibres sont des éléments tenant le milieu entre les cellules et les vaisseaux. Ils passent insensiblement de l'un à l'autre, et présentent toutes les transitions imaginables. Ils se distinguent des vaisseaux par leur peu de longueur relative et des cellules par leurs extrémités taillées obliquement en biseau.

Quelquefois la pointe terminale est formée aux dépens d'un seul côté ; d'autres fois ce sont les deux côtés qui convergent insensiblement l'un vers l'autre et forment alors une pointe très-allongée.

Les tubes fibreux ont une forme variable selon les pressions auxquelles ils sont soumis, mais à peu près égale dans toute leur étendue. Ces organes sont placés bout à bout les uns au-dessus des autres, de manière à former des fibres ou de longs vaisseaux offrant des cloisons transversales ou obliques. Ils sont ainsi réunis bout à bout avec une très-grande force qui donne une ténacité remarquable aux fibres qu'ils constituent. Toujours ils sont disposés en faisceaux plus ou moins épais.

Un des caractères qui distinguent encore le tissu fibreux, c'est l'épaisseur assez considérable de ses parois. Celles-ci pa-

raissent formées de couches superposées unies intimement, et qui se sont successivement déposées dans l'utricule primitif. Il résulte de là que ce tissu offre une certaine consistance, et que la cavité des éléments qui le constituent finit par être fort petite.

Le tissu fibreux forme la masse du bois dans les végétaux dicotylédones; c'est au milieu de ce tissu que sont répandus les vaisseaux proprement dits. Il existe également dans chacun des vaisseaux ligneux des vaisseaux monocotylédones. C'est lui qui forme aussi les faisceaux du liber où il constitue une sorte de réseau à mailles plus ou moins larges. Enfin on le trouve encore dans les pétioles et les nervures des feuilles, et dans tous les autres organes foliacés.

Nous ne nous étendrons pas beaucoup sur le tissu fibreux.— Son analogie avec les cellules est évidente, et ce que nous avons dit des premières s'applique presque en tous points au second. Nous rencontrons presque toutes les formes observées dans les cellules : fibres ponctuées, fibres rayées, fibres spiralées, etc.

Le tissu fibreux le plus simple est celui qui est composé d'éléments fusiformes, sans marque extérieure. C'est celui qu'on rencontre le plus souvent.

Dans certaines espèces, on rencontre des fibres présentant tout à la fois des ponctuations et des raies transversales mélangées (drymis), ou bien des fibres contenant une spiricule alliée à des ponctuations (taxus). La spiricule peut être également simple ou double, comme dans le genre tilia.

Enfin une des modifications les plus intéressantes est celle que l'on observe dans les fibres des arbres appartenant à la famille des conifères.

Ces sortes de fibres offrent une aréole généralement circulaire qui apparaît comme une sorte de bourrelet environnant la ponctuation. Mais cette aréole, loin d'être produite par une par-

tie saillante, est due au contraire à un enfoncement qui environne la ponctuation dans sa partie extérieure.

Ainsi, quand on examine une fibre de conifère isolée, on aperçoit un point brillant, entouré d'une zone moins brillante plus ou moins large.

A l'endroit où se trouve une de ces ponctuations, les parois des fibres contiguës ne sont pas restées adhérentes entre elles, comme partout ailleurs, mais se séparant l'une de l'autre de la même manière que s'il s'était produit sur ce point une bulle de gaz, elles ont laissé entre elles un petit vide lenticulaire d'un diamètre supérieur à celui des deux canalicules symétriques qui forment la ponctuation elle-même. C'est le contenu de ce vide lenticulaire qui, vu à travers l'épaisseur de la membrane cellulaire, dessine le cercle extérieur auquel se termine l'aréole.

Cette opinion a prévalu jusqu'à l'époque où Schacht a présenté une nouvelle théorie. D'après lui, chaque ponctuation aréolée, à l'état de formation complète, est une véritable perforation dans la membrane des deux cellules adjacentes, et les deux canalicules symétriques, appartenant à l'une et à l'autre de ces cellules, viennent s'ouvrir également dans le vide lenticulaire qui existe sur ce point dans l'épaisseur de la double membrane cellulaire. C'est là l'état définitif ; mais de meilleure heure, le vide lenticulaire interstitiel était coupé en deux moitiés séparées par une cloison très-mince, longitudinale, qui n'était que la couche primaire des deux cellules fibreuses accolées. C'est par la résorption de cette cloison que le vide lenticulaire s'est formé, et qu'une communication libre a été établie entre les deux cavités cellulaires adjacentes.

Notons que ces ponctuations aréolées se rencontrent surtout dans la famille des conifères, qu'elles caractérisent presque d'une manière certaine.

CHAPITRE III

Vaisseaux.

De même que les fibres, les vaisseaux tirent leur origine des cellules. Ce sont des tubes continus, simples ou ramifiés (laticifères) destinés à conduire au sein des tissus végétaux des liquides ou des fluides. Ils se sont formés aux dépens du tissu utriculaire primitif dont les cellules superposées en file ont perdu peu à peu les cloisons qui les séparaient l'une de l'autre. On peut constater sur certains vaisseaux la persistance d'une ou plusieurs cloisons.

De même que les cellules et les fibres, nous trouvons plusieurs variétés dans les vaisseaux ; nous décrirons donc successivement : 1° les vaisseaux spiraux ou trachées; 2° les vaisseaux annulaires et spiro-annulaires ; 3° les vaisseaux rayés, scalariformes et ponctués ; 4° les vaisseaux laticifères.

1° *Vaisseaux spiraux ou trachées.* — Ils constituent le type du vaisseau et sont constitués par un tube contenant un fil spiral, appelé spiricule. Ces vaisseaux généralement assez longs se terminent en s'effilant en cône aux deux extrémités, sur lesquelles viennent s'appliquer celles des vaisseaux voisins.

Ces vaisseaux sont donc composés d'une membrane d'enveloppe et d'un contenu ou spiricule.

Quand il s'agit de démontrer l'existence de la membrane on se trouve quelquefois embarrassé. Elle est en effet difficile à distinguer quand on examine des vaisseaux dans lesquels les tours de la spiricule se trouvent très-rapprochés l'un de l'autre. Mais on peut se convaincre parfaitement de son existence sur des trachées à spires suffisamment éloignées et qui se trouvent déchirées par suite des hasards de la coupe. On peut se convaincre facilement ainsi de la réalité de cette membrane d'enveloppe qui a été niée par quelques auteurs, dont l'opinion était que la trachée n'était formée que par la spiricule dont les tours appliqués exactement les uns aux autres formaient un tube.

Notons pour mémoire que certains auteurs avaient cru reconnaître que la spiricule était en dehors de la membrane. Cette opinion n'a plus cours aujourd'hui.

Quant à la spiricule, de nombreuses discussions ont eu lieu à l'effet de décider sa véritable nature. Est-ce un fil plein ou un tube destiné à conduire telle ou telle substance? Selon Hedwig, la trachée se compose de deux tubes, un tube intérieur et cylindrique qui contient de l'air (pneumatophore) et un tube excessivement délié, roulé en spirale sur la face externe qui contient de la séve et auquel il donne le nom de vaisseau adducteur ou chylifère.

M. Duval-Jouve a repris cette question, et selon cet auteur il n'est pas possible de douter de l'existence d'une cavité dans la spiricule, surtout si l'on examine certaines espèces végétales (équisetum, graminées). Chez ces premières, le fait s'observe avec la plus grande facilité.

M. Trécul avait déjà constaté depuis longtemps la présence d'une cavité dans la spiricule de trachées d'autres plantes très éloignées des équisetum. Il regardait la spiricule comme com-

posée de deux substances : un tube creux à parois minces, bien définies, et une matière gélatineuse renfermée en lui et d'une consistance différente.

Sans admettre, comme certains auteurs, que la spiricule peut être le siége d'une circulation spéciale, nous pouvons affirmer l'existence d'une cavité, ce que d'ailleurs on peut voir facilement en faisant des coupes transversales de certaines graminées (arundo donax, par exemple).

Pour faire bien comprendre l'existence d'une cavité sur les fils entiers, M. Duval-Jouve s'exprime ainsi : « Si l'on examine simultanément deux baguettes de verre cylindriques, de même diamètre, dont l'une est creuse et l'autre solide, soit droites, soit courbées en anneau, en ayant pour plus de précaution le soin de les éclairer par-dessous au moyen d'une feuille de papier blanc remplaçant le miroir du microscope, on verra sur celles qui sont creuses des différences d'aspect et de jeux de lumière, auxquels répondent exactement les apparences que présentent les fils des anneaux et des trachées, tandis qu'on ne voit rien de semblable sur les baguettes solides. Les deux apparences les plus saillantes sont les suivantes : 1° sur les baguettes creuses et droites, au lieu de voir de chaque côté une simple ligne de terminaison, on en voit deux autres parallèles, séparées des deux premières par l'épaisseur des parois en tube ; 2° en regardant suivant son plan un anneau de verre creux, on voit vers les deux extrémités deux petits espaces ronds plus clairs, répondant à la moindre épaisseur suivant laquelle on voit les parois transparentes. Or ces deux apparences sont si parfaitement celles qu'offrent les fils entiers des trachées et des anneaux, qu'il est impossible, après les avoir comparées, de conserver du doute un seul instant. »

Dans ce qui précède, il s'agit de tubes de verre creux et vides, mais la distinction des parois devient plus difficile si ces tubes

sont remplis d'eau et presque impossible si l'eau qui les remplit est très-chargée de sucre ou de gomme, d'où il suit d'une part, qu'on peut fréquemment avoir sous les yeux des fils de trachée paraissant solides et qui sont cependant parcourus par une cavité, apparente seulement dans certaines circonstances; d'autre part, qu'il n'est pas permis de dire, d'une manière absolue, que les fils de toute trachée et de tout anneau sont nécessairement creux, attendu que la substance qui les remplit peut fort bien se solidifier assez pour se confondre avec les parois.

Le fil spiral de la trachée se continue sans interruption d'un bout à l'autre de l'organe. Pour bien se faire une idée de sa disposition on peut le comparer aux cordes métalliques employées dans les instruments de musique. Sa couleur est généralement d'un blanc nacré, mat. Sa forme, le plus souvent cylindrique, prend quelquefois celle d'un ruban aplati.

L'écartement des tours de spire entre eux varie et généralement chaque tour touche immédiatement les deux tours les plus voisins au-dessus et au-dessous de lui. Alors, dans leur intervalle, pour ainsi dire nul, la membrane extérieure ne peut s'apercevoir. Elle ne se déchire que lorsqu'on déroule la trachée. — Elle est emportée en même temps que chaque spire qui se déroule. — D'autres fois, les tours laissent entre eux un intervalle appréciable; on voit alors nettement l'existence de la membrane.

La direction de la spirale mérite également quelque attention. On a remarqué qu'il y en a une plus fréquente, c'est l'enroulement de droite à gauche, en supposant qu'on considère le vaisseau de face. Cette direction de la spire se continue dans toute la longueur de la trachée.

On remarque fréquemment à la surface des trachées qu'on observe au microscope un dessin en losange dont on a été fort longtemps avant de se rendre compte : cela tient à ce que le

vaisseau étant très-fin, ses deux faces se trouvent à peu près au point dans le champ du microscope et présentent l'aspect de deux fils qui suivraient des directions opposées.

La spiricule le plus souvent est unique. — On en trouve de magnifiques spécimens dans certaines espèces végétales, comme le philodendron giganteum, le podophyllum peltatum et la balsamine où l'on peut suivre le passage de la trachée aux autres vaisseaux que nous allons décrire plus loin. Elle peut être double ou même multiple, dans le bananier, par exemple. La direction est alors d'autant plus oblique que le nombre des fils accolés est plus considérable.

Comme distribution topographique dans les végétaux, disons pour terminer que les trachées ne se rencontrent que dans la partie la plus intérieure de la première couche ligneuse formant les parois du canal médullaire — on n'en rencontre, ni dans le bois, ni dans l'écorce. Dans les monocotylédones, elles existent dans tous les faisceaux vasculaires épars au milieu du tissu cellulaire qui constitue la masse de la tige. On les trouve dans les nervures des feuilles et dans toutes les parties de la fleur que l'on considère aujourd'hui comme des feuilles modifiées dans leur forme. On les trouve enfin également dans les fibres radicales, surtout chez les monocotylédones.

2° *Vaisseaux annulaires et spiro-annulaires.* — Ces vaisseaux mériteraient plutôt que les précédents le nom de trachées. En effet, composés d'un tube membraneux que soutiennent intérieurement des anneaux, ils se rapprochent davantage de la disposition observée dans la trachée des animaux. Ils sont en général plus volumineux que les trachées et moins réguliers. — Les anneaux d'un même tube ne sont pas parfaitement réguliers. — On observe quelquefois cinq ou six anneaux superposés, puis une fibre spiralée, et les anneaux reparaissent ensuite. C'est à cette disposition qu'on a donné le

nom de vaisseaux spiro-annulaires. On en voit de beaux spécimens dans l'arundo donax et le podophyllum peltatum. — Les anneaux peuvent être placés horizontalement dans le vaisseau ou plus ou moins obliquement. — Quand on a traité une coupe par l'acide azotique et le chlorate de potasse, il n'est pas rare de voir des anneaux entièrement isolés, nager dans le liquide de la préparation.

On voit donc qu'il y a un lien assez net entre ces vaisseaux et les véritables trachées. — Ils servent de transition pour atteindre les vaisseaux réticulés.

3° *Vaisseaux réticulés.* — Nous avons peu de chose à en dire. Ces vaisseaux ne sont que des formes de transition entre les trachées et les vaisseaux rayés ou scalariformes.

Dans cette sorte de vaisseaux, la spiricule, au lieu d'être simple et régulièrement enroulée en hélice continue, se ramifie quelquefois d'une manière irrégulière. Les ramifications anastomosées semblent alors constituer un réseau à mailles inégales et irrégulières. — On en trouve des exemples très-nets dans les coupes verticales de la tige du philodendron giganteum.

4° *Vaisseaux rayés, scalariformes et ponctués.* — Les trois espèces de vaisseaux dont il nous reste à parler dérivent de la trachée et sont par conséquent d'un ordre moins élevé. On appelle vaisseaux rayés ceux qui présentent des raies transversales et scalariformes, ceux chez lesquels leur étendue permet de les comparer à des échelons. — Dans cette dernière espèce, la régularité de dessin est presque parfaite.

a. *Vaisseaux rayés.* — Ce sont des tubes cylindriques ou anguleux, offrant des lignes transversales peu étendues, inégales ou presque égales entre elles, interrompues de distance en distance. Ces lignes sont ordinairement placées horizontalement, plus rarement obliques, parfaitement parallèles entre elles, comme on peut le voir dans le dracœna, par

exemple. Les lignes sont plus ou moins larges, et plus ou moins régulières. Elles sont quelquefois linéaires; quelquefois arrondies à leurs deux extrémités (ex. tradescantia).

Ces vaisseaux rayés se rencontrent abondamment dans le tissu du bois en faisant partie des faisceaux vasculaires des tiges monocotylédones. Ils présentent souvent, quand on les suit dans une certaine longueur, des lignes circulaires qui montrent leur origine première cellulaire.

b. *Vaisseaux scalariformes.* — Notons avant de parler plus longuement de ces vaisseaux quelques réflexions qui nous sont suggérées par l'étude d'un grand nombre de préparations. Dans tous les traités, même les plus récents et les plus autorisés, nous voyons ces vaisseaux représentés avec des formes géométriques mathématiquement exactes. On leur donne des formes prismatiques qu'ils ne possèdent en aucun cas et que nous n'avons jamais rencontrées. Sans parler des fougères indigènes que nous avons toutes passées en revue, nous avons eu l'occasion d'étudier un certain nombre d'espèces exotiques et nous n'avons pas été plus heureux dans nos recherches. On peut voir dans nos planches le dessin des vaisseaux scalariformes provenant du balantium antarcticum, et l'on peut se convaincre que loin de posséder cette régularité dont nous parlons, ils se font au contraire remarquer par leur forme en quelque sorte divariquée. Nous avons étudié les espèces mêmes décrites par les auteurs et nous serions presque tenté de croire, si ce n'était l'autorité de leur nom, que ces savants maîtres ne se sont pas donné la peine de regarder par eux-mêmes un de ces vaisseaux au microscope.

Un autre point qui a longtemps subsisté, c'est que ces vaisseaux étaient caractéristiques des fougères et de quelques autres familles voisines, les lycopadiacées par exemple. Il est aujourd'hui prouvé que les premiers vaisseaux qui se trouvent

dans les fougères sont des vaisseaux déroulables qui précèdent les vaisseaux scalariformes ; sur les tiges un peu plus avancées en âge, on trouve les deux sortes de vaisseaux et ce n'est que plus tard, surtout dans les familles exotiques, que les vaisseaux scalariformes existent seuls et encore dans les parties les plus vieilles de la plante. Les trachées constatées contenaient un ou deux fils.

Quand on cherche à déchirer un vaisseau scalariforme, on constate qu'il se sépare en rubans spiralés plus ou moins larges comprenant deux à quatre rangées de raies. Ce résultat est dû à ce que les raies alternent avec celles des faces adjacentes. C'est cette disposition qui fait que les vaisseaux se divisent en spirales et non en anneaux.

Que doit-on conclure de cette tendance à se séparer selon une ligne spiralée? Faut-il voir là un motif pour les faire dériver des trachées? Évidemment non! puisqu'on constate dans la jeune tige de fougère l'existence simultanée des vaisseaux scalariformes et des trachées.

Les déroulements en spirale permettent de constater que sur chacun des bords d'une face étroite du vaisseau l'angle est si prononcé en dehors qu'il simule une petite crête longitudinale, et par suite du peu de largeur de la face, elle paraît alors non plus plane, mais un peu creusée en gouttière. Ces petites saillies correspondent exactement aux lignes d'union du tissu environnant. On les voit surtout sur de vieilles tiges de fougères arborescentes encadrer chaque série de raies et les séparer les unes des autres.

Les vaisseaux scalariformes ne sont donc pas régulièrement prismatiques et ne peuvent pas l'être, parce qu'il faudrait supposer pour cela qu'ils seraient entourés de six autres exactement semblables. Or, si l'on se donne la peine d'examiner la surface d'un de ces vaisseaux, on constate une grande inégalité,

non-seulement dans ses faces, mais encore dans les lignes de sa surface qui coïncident avec celles du vaisseau voisin. En un mot, les faces et les légères saillies qui les encadrent subissent toutes les directions et toutes les modifications que commande leur contact avec les faces du tissu contigu.

L'apparence qu'offrent les raies est due à une moindre épaisseur de chaque face et particulièrement de la face interne des parois. On l'observe facilement au moyen de coupes transversales minces qui permettent de voir que, sur des vaisseaux contigus, d'une part, les raies se touchent entre elles, et d'autre part, par suite de la correspondance des raies, laissent entre elles un petit espace vide, en forme de boutonnière. Par suite du progrès de l'âge, la membrane qui se trouve au fond des raies devient d'une extrême ténuité, se déchire au moindre tiraillement et même quelquefois est résorbée complètement; dans les circonstances ordinaires, elle occupe le fond commun de deux petites cuvettes adossées, très-étroites, d'égale longueur, de profondeur très-inégale, à bords assez brusquement relevés en deux courbes opposées. Les parties latérales du vaisseau sont loin d'être tout unies : sur l'angle court une très-petite crête.

Les vaisseaux scalariformes se terminent en pointes très-longuement effilées. Leur largeur, très-variable, est comprise entre deux et quinze centièmes de millimètre; leur longueur varie entre deux et cinq centimètres.

Si on les examine dans les vieilles souches, on remarque qu'ils sont au contraire courts et terminés d'une façon obtuse, bifurqués et contournés de toute façon. Ils s'articulent en conservant toute la largeur de leur diamètre et se placent bout à bout en se terminant par des plans elliptiques qui se correspondent et s'appliquent exactement l'un contre l'autre. L'obliquité de ces plans varie entre 10° et 45°, et les faces articu-

laires qu'ils constituent paraissent entièrement couvertes de raies et d'échelons. Mais les raies n'ont pas là de membrane au fond de la cuvette qu'elles forment et sont en réalité de véritables ouvertures faisant communiquer les deux éléments entre lesquels le diaphragme grillagé est interposé.

Terminons ces remarques sur les vaisseaux scalariformes, par quelques observations sur les apparences que présentent successivement les membranes des raies et les espaces ou échelons qui les séparent. Les vaisseaux scalariformes à leur origine présentent le diamètre qu'ils conserveront plus tard. La ténuité et la transparence des parois sont alors excessives. La membrane des raies a pourtant l'épaisseur qu'elle conservera, car elle donne déjà la teinte violacée qui se produit tant qu'elle existe.

c. *Vaisseaux ponctués.* — Ce sont des tubes cylindriques ou un peu comprimés, d'un diamètre assez considérable Leurs parois offrent des ponctuations ordinairement fort petites, quelquefois assez grandes, rarement égales entre elles, le plus souvent inégales et irrégulières. En général, ces ponctuations sont disposées en lignes parfaitement horizontales. On les observe surtout dans les faisceaux vasculaires de la tige des plantes monocotylédones. Ils existent aussi dans les couches ligneuses des tiges dicotylédones.

Nous avons eu souvent l'occasion d'observer sur une même préparation toutes les transitions entre le vaisseau scalariforme et le vaisseau ponctué. Le fait nous a paru surtout évident dans une fougère exotique dont les vaisseaux présentaient cet aspect varié réuni dans un très-petit espace de sa longueur (balantium antarcticum).

Il nous reste maintenant à étudier une dernière variété de vaisseaux, les laticifères.

5° *Vaisseaux laticifères.* — L'histoire de ces vaisseaux est

encore entourée d'obscurité, aussi nous étendrons-nous fort peu sur ce sujet. Ils sont constitués par des tubes plus ou moins sinueux, à parois dépourvues de toute marque particulière, tantôt large, tantôt se rétrécissant tout à coup, mais caractérisés surtout par ce fait qu'ils se ramifient en tous sens et s'anastomosent avec les canaux voisins. De plus, ces vaisseaux sont opaques et ne se rencontrent guère que dans les endroits où manquent habituellement les vaisseaux.

Quelle est l'origine des laticifères? Doit-on comme les autres vaisseaux les faire dériver des cellules primitives? Deux opinions sont en présence : l'une leur donne la même origine que les vaisseaux. C'est celle de M. Unger qui prétend que les laticifères sont formés de cellules faciles à distinguer les unes des autres allongées dans la tige, égales en tout sens dans la racine.

D'autres les regarderaient comme étant dans l'origine un conduit creusé dans le tissu cellulaire. La paroi ne serait pas formée d'une membrane propre, mais seulement par les cellules environnantes. Ce conduit, d'abord étroit, ne tarde pas à s'élargir, et ses parois se recouvrent d'un épaississement variable d'une extrémité du vaisseau à l'autre.

La première de ces opinions est celle généralement admise aujourd'hui, et M. Trécul l'a adoptée dans un mémoire publié par lui en 1863.

Si l'on examine les laticifères dans les diverses espèces végétales, on peut les diviser en deux catégories : les laticifères disjoints, qui sont épars dans le tissu de certaines espèces végétales et visiblement composés de cellules. On rencontre ce type dans le chelidonum, le tragopogon, etc.

La deuxième variété comprend les laticifères rétiformes formés de vaisseaux anastomosés les uns avec les autres, et ne laissant pas voir les cellules dont ils sont formés. On en rencontre de beaux types dans certaines euphorbiacées exotiques. Dans

certaines coupes bien réussies, on peut constater un lacis de laticifères tranchant sur la préparation comme le feraient des réseaux vasculaires injectés sur une préparation anatomique. Il est malheureusement difficile d'obtenir ce résultat, le liquide s'échappant des vaisseaux au moment où l'on fait la coupe, et empêchant ainsi le réseau laticifère de trancher sur ce tissu environnant.

Quant au liquide ou latex contenu dans ces vaisseaux, voici quels sont ses caractères : la couleur varie selon les espèces ; le plus souvent blanc et laiteux (euphorbe, figuier), il est quelquefois jaune (chélidoine) ou verdâtre (pervenche). Il est formé de petits globules en suspension dans le liquide, et visibles seulement à un fort grossissement.

Pour terminer cette étude des laticifères, notons les expériences de M. Trécul, d'après lesquelles ces vaisseaux auraient pour mission d'élaborer le liquide et de le verser ensuite dans les vaisseaux propres qui le transporteraient dans toutes les parties du végétal.

Cette opinion, bien que vivement combattue par certains botanistes allemands, n'a pas encore été démontrée complétement fausse.

Après avoir examiné l'histoire résumée, mais assez complète, de toutes les modifications que subit l'organe élémentaire des végétaux, je veux montrer par les applications que l'on peut faire toute l'importance du sujet que je viens de traiter.

Tous les points de la matière médicale se sont successivement enrichis de faits nouveaux. Pour le prouver, il nous suffira de présenter rapidement l'histoire de certains groupes, rhubarbe, salsepareille, ipéca, etc. Nous verrons tout le parti que l'on peut tirer des caractères microscopiques pour différencier les espèces. Je ne veux point ici exagérer cependant la valeur de ce mode d'investigation, qui donne parfois des résultats négatifs. Quoi qu'il en soit, si les caractères microscopiques, ajoutés par M. Planchon aux descriptions si bien faites de mon regretté maître M. Guibourt, viennent souvent confirmer la classification qu'il avait établie par les caractères objectifs ou chimiques, nous verrons cependant, dans le cours de cette étude rapide, que des faits nouveaux et inattendus sont venus parfois éloigner des espèces par lui rapprochées, ou en rapprocher d'autres qu'il avait séparées.

Je ne veux point ici faire l'histoire médicale complète des différents groupes dont j'ai à parler maintenant. Je veux simplement présenter le tableau résumé des caractères de structure anatomique, et montrer toute son importance pratique.



CHAPITRE IV

Des rhubarbes.

La rhubarbe de France est produite par les diverses espèces de rheums cultivés dans nos jardins, mais surtout par le rheum rhaponticum.

Elle se présente, dans le commerce de la droguerie, sous une forme plus ou moins cylindrique qui la distingue déjà des autres espèces; sa saveur est mucilagineuse ; elle est jaunâtre, teint la salive en jaune, et ne craque pas sous la dent comme les autres espèces.

Voici maintenant les caractères anatomiques souvent visibles à l'œil nu, mais rendus bien plus positifs avec la loupe.

La coupe transversale des rhubarbes indigènes nous montre les rayons médullaires rougeâtres rayonnant régulièrement et presque en ligne droite du centre à la circonférence, ce qui donne à ces coupes l'aspect d'un cercle finement strié, du centre à la circonférence.

Dans les rhubarbes asiatiques, la disposition des rayons médullaires n'est point aussi facile à saisir. Sur la coupe transversale, on n'aperçoit d'abord qu'une masse confuse marbrée

de blanc et de jaune, et c'est à peine même à la loupe si on peut suivre les rayons médullaires qui forment cependant quelques lignes sinueuses et brisées.

Près de la circonférence extérieure de la racine, on remarque une zone plus foncée, formée par un ou plusieurs cercles de petites étoiles qui représentent assez bien pour l'aspect, quoique moins finement striée, la coupe transversale d'une racine jeune de rhapontic, les rayons rougeâtres plus sinueux que dans notre rhubarbe indigène se perdent ensuite dans le tissu blanchâtre ambiant. Un cercle plus foncé se fait remarquer coupant ces rayons rougeâtres en deux parties presque égales. Les étoiles sont disposées en une zone assez régulière, quoique incomplète dans la rhubarbe de Moscovie.

Des différences se font remarquer dans l'aspect extérieur.

Dans les rhubarbes indigènes on remarque, sur la circonférence, des stries blanchâtres, à direction longitudinale, mais irrégulières et ne formant pas réseau. Dans certains échantillons les stries disparaissent presque pour faire place à une ponctuation de gris rougeâtre et de blanc.

Dans les rhubarbes exotiques, mais surtout la rhubarbe de Chine, on voit la substance blanche former un réseau de mailles losangiques assez régulières, allongées de haut en bas, circonscrivant un espace où les rayons médullaires jaunes forment de petites stries parallèles. Ce réseau, un peu moins visible dans la rhubarbe de Moscovie, l'est moins encore dans la rhubarbe de Perse. La rhubarbe de Chine, facile à reconnaître déjà à son aspect extérieur, à ce qu'elle n'a pas été nettoyée sur toute sa surface comme la rhubarbe de Moscovie, présente aussi des étoiles disposées en cercles, mais elles sont moins visibles en général. N'ayant pas été raclée, elle présente toute la partie périphérique de la racine presque intacte, et l'on y voit d'une façon très-accentuée alors, les rayons médullaires rayonnant de

la circonférence vers le centre, pour se perdre dans le tissu ambiant avant d'arriver à la zone des étoiles.

On voit que ces différences de structures assez tranchées doivent rendre bien difficile à admettre que la plupart des rhubarbes cultivées en Europe, y compris le rheum palmatum, soient l'origine des rhubarbes officinales. Au contraire, par suite de leur analogie de structure, elles doivent provenir d'une même espèce un peu modifiée par les terrains divers dans lesquels elles croissent.

Comme on le voit, les caractères de structure ont ici une importance assez capitale.

Des salsepareilles.

Il ne nous suffit plus ici de l'œil nu ou armé de la loupe, car nous sommes obligés, pour trouver des caractères distinctifs, de pénétrer plus avant dans la structure de ces racines ; il faut des coupes bien faites et un bon microscope, et nous allons voir qu'une racine de salsepareille étant donnée, il nous sera toujours facile, en étudiant la forme, la disposition, les dimensions relatives de ses diverses parties, la quantité plus ou moins grande d'amidon qu'elle contient, etc., de la classer d'une façon à peu près certaine.

Je vais faire l'histoire anatomique des espèces qui arrivent dans le commerce de la droguerie. J'y joindrai celle de certaines racines qu'on y a mêlées ou que l'on a cherché à y substituer. On verra clairement que toutes les salsepareilles présentent un caractère commun quoique variable avec les diverses sortes. Ce caractère est constant et permet immédiatement non-seulement de distinguer les salsepareilles d'avec les racines étrangères, mais encore de les différencier entre elles.

Quatre espèces de salsepareilles principales sont considérées comme étant l'origine des salsepareilles du commerce : le smilax medica, sarsaparilla officinalis, syphilitica.

Les salsepareilles fournies par les smilax laurifolia, macrophylla, obliquata, papyracea, cordato ovato, pseudo-syphilitica peuvent encore parfois fournir des produits au commerce. Kimith, dans son innumeratio plantarum, en compte jusqu'à 138 variétés.

On peut encore compter le smilax aspera qui est le seul représentant en Europe du genre smilax; il croît dans tout le midi; ses propriétés ont été tour à tour vantées et contestées.

Nous pouvons penser qu'une même sorte commerciale peut être fournie par plusieurs espèces croissant dans des lieux différents, et que, par contre, on peut prendre pour des sortes différentes des produits provenant d'une même espèce. Les caractères anatomiques sont alors d'une importance capitale pour arriver à une certitude.

A la coupe transversale dans toutes les espèces on trouve cinq parties.

1° Une partie extérieure souvent pourvue d'un épiderme, et formée par plusieurs rangées de cellules plus épaisses vers la circonférence, c'est l'épiblema des Allemands;

2° Une zone formée de cellules polyédriques arrondies contenant ou non de l'amidon suivant les espèces, les cellules comme toutes leurs analogues laissent entre elles des méats plus ou moins grands.

3° Un cercle de cellules d'une forme particulière et n'existant que dans les racines. Le cercle est ordinairement formé d'un seul rang de cellules. Ces cellules ont toujours la même forme dans une même espèce, mais cette forme varie suivant les espèces des salsepareilles ; elles sont carrées, rectangulaires, triangulaires, ou trapéziformes. Tous les smilax les présentent,

et la diversité de leur forme, suivant les espèces, permet de distinguer entre elles les diverses salsepareilles. C'est là le point important de leur histoire anatomique.

4° Une zone ligneuse formée de cellules d'une forme ovalaire ; groupées autour des vaisseaux, ces cellules sont épaissies surtout à la périphérie des vaisseaux. La dimension de ces cellules augmente de la périphérie au centre.

On a peut-être à tort cherché à trouver trop de régularité dans la disposition des vaisseaux ; ce qu'il y a de certain, c'est qu'ils sont disposés à la périphérie de la zone ligneuse et que leur dimension augmente de la périphérie au centre. Souvent cependant ils sont groupés deux ou trois ensemble avec une apparence de régularité sur des cercles concentriques d'une façon plus ou moins sensible.

5° Une zone plus ou moins festonnée de cellules arrondies allant de la zone ligneuse jusqu'à l'axe même de la racine. Ces cellules représentent la moelle et sont dans la plupart des espèces remplies de gros grains d'amidon.

I. — SALSEPAREILLE DE LA VERA CRUZ.

Cette salsepareille nous arrive de la Vera Cruz et de Tampico en balles de toiles de 60 à 100 kil. assujetties avec des cordes. Ces racines sont longues de 1^{m} à 1^{m} 65, presque sans radicules. Elles sont garnies de leurs souches et de tronçons de tiges. Les souches grises à l'extérieur, blanchâtres à l'intérieur, retiennent, entre leurs nodosités, une terre dure et noirâtre qui a été détrempée d'eau avant dessiccation. Les tiges sont jaunâtres, noueuses, géniculées, presque cylindriques ou obscurément tétragones, et pourvues çà et là de quelques épines ligneuses. Les racines sont au dehors d'une couleur noirâtre à cause de la

terre qui les recouvre; elles offent des cannelures longitudinales, profondes et irrégulières dues à la dessiccation de la partie corticale. Cette partie rosée à l'intérieur recouvre un corps ligneux blanc cylindrique qui va d'une extrémité à l'autre de la racine. Le corps ligneux a une saveur fade et amylacée, mais la partie corticale en possède une mucilagineuse accompagnée d'amertume et d'une légère âcreté.

La racine entière possède une âcreté qui se développe par l'ébullition dans l'eau.

Cette racine est souvent altérée par l'humidité. Berg la rapporte au smilax medica d'après les caractères anatomiques.

Dans la fig.   de la planche   , nous voyons les rapports de grandeur qui existent entre les diverses parties de la racine : *a* est la portion épidermique subéreuse colorée en noir dans sa partie la plus externe, *e* la couche intermédiaire granuleuse, *l* la zone ligneuse, *m* la moelle; nous voyons que cette zone ligneuse par rapport à la moelle est très-développée relativement à ce que ce que l'on trouve dans d'autres espèces.

Les fig.   de la planche   représentent les détails anatomiques à un fort grossissement. En *a*, dans la fig.   , on a représenté trois couches de cellules remarquables par l'épaississement excentrique de leur paroi. Il y a de trois à cinq couches de ces cellules épidermiques, et l'épaississement des parois diminue de la périphérie au centre. Sur la coupe ces cellules sont colorées en jaune, comme nous le verrons pour les cellules de la kernscheide. Ces cellules ne présentent aucun contenu granuleux immédiatement au-dessous de ces trois ou cinq couches de cellules qui forment une zone bien nette ; on trouve un tissu lâche de cellules polyédriques ovalaires à deux parois; ces cellules, qui sont très-grandes, contiennent une abondante granulation amylacée ; les grains sont très-petits.

Au-dessous de cette couche on trouve disposées des cellules

formant une zone régulière et complète séparant la couche corticale de la couche ligneuse. Ces cellules, colorées en jaune, nous présentent des caractères invariables pour un même smilax variant suivant les espèces, mais se retrouvant plus ou moins modifiés dans tous les smilax. C'est là un caractère capital sur lequel se base surtout la classification des salsepareilles. Dans la salsepareille qui nous occupe, ces cellules présentent une cavité intérieure d'une forme plus ou moins nettement triangulaire à la section, elles forment une couche unique, l'épaisseur de leur paroi est bien plus grande dans la partie qui s'applique sur le corps ligneux que dans celle en contact avec la partie corticale.

Au-dessous nous trouvons des fibres ligneuses à parois épaissies, marquées de lignes transversales entourant, de plusieurs couches, de gros vaisseaux. Ces fibres ligneuses ont une forme polyédrique ovalaire à leur section ; le grand axe est dirigé dans le sens du rayon de la coupe; leurs parois s'épaississent d'autant plus et leur cavité est d'autant plus petite qu'elles sont plus rapprochées des vaisseaux auxquels elles forment une sorte de gaîne.

Les vaisseaux isolés, mais groupés parfois au nombre de 2, 3, 4 et même 5, sont en général dans ce cas disposés dans le sens des rayons, ce qui fait que l'on a trouvé une sorte de régularité dans leur disposition. Ces vaisseaux, plus petits et plus nombreux dans la partie la plus extérieure du corps ligneux, deviennent beaucoup plus rares, mais beaucoup plus gros en se rapprochant de la moelle. Ces vaisseaux sont tous des vaisseaux rayés et ponctués.

La moelle se trouve formée de grosses cellules parfaitement rondes à double paroi très-visible. Ces cellules sont simplement juxtaposées sans aucune déformation, et laissent entre elles des méats triangulaires à lignes courbes parfaitement régulières.

Ces cellules sont gorgées de très-gros grains d'amidon qui ne sont plus comparables à ce que l'on trouvait dans la partie corticale.

Dans cette salsepareille on trouve çà et là quelques raphides dans la partie corticale.

II. — SALSEPAREILLE DE LA JAMAIQUE.

A part sa couleur rouge caractéristique, cette salsepareille paraît dans sa racine présenter, un peu modifiés cependant, l'ensemble des caractères de l'espèce précédente et l'analyse microscopique vient nous confirmer dans cette opinion, et trancher à mon avis une confusion de noms ou d'espèces que l'on trouve dans les auteurs.

Nous trouvons comme dans l'espèce précédente la couche corticale profondément ridée et d'une couleur qui varie du blanc au rose.

A l'examen microscopique nous trouvons les mêmes rapports de dimension relative que nous avons déjà signalés. Dans la partie corticale les grains d'amidon sont plus ou moins gros. Mais j'ai toujours trouvé, dans tous les échantillons que j'ai examinés, les grains de la moelle relativement beaucoup plus gros et plus réguliers dans leur dimension.

Il est inutile de renouveler la description ; l'examen de la coupe et des fig.   de la planche précédente nous montre une telle identité de structure qu'on est obligé d'admettre qu'il y a en même temps identité d'espèces.

Il est donc bien possible que cette salsepareille ne soit qu'une simple variété de la salsepareille de Honduras (Vera Cruz) smilax medica de Berg.).

III. — SALSEPAREILLE CARAQUE.

Cette salsepareille nous arrive en bottes longues, les racines sont très-rondes, très-propres, finement striées longitudinalement et pourvues d'un chevelu abondant.

A la coupe on trouve 1° une couche corticale relativement très-épaisse, blanc rosé. Le corps ligneux d'une couleur fauve a très-peu d'épaisseur et la moelle est assez développée, bien plus large que le bois.

Nous verrons dans les fig. de la planche les détails microscopiques.

L'épiderme est formé d'une seule couche de cellules arrondies à parois minces, deux ou trois fois plus grandes que celles de l'épibléma, disposées par deux rangées seulement. Ces cellules ont une forme polygonale à grand diamètre disposé suivant le rayon ; elles ont leur paroi peu développée en général et plus épaisse vers la périphérie, mais sans rappeler l'épaississement considérable que l'on trouvait dans les précédentes espèces. La couche corticale épaisse est formée de cellules arrondies plus ou moins anguleuses, par pression réciproque, contenant des grains d'amidon très-nombreux (ce qui paraît même particulier à cette espèce) quelquefois petits, mais parfois aussi très-volumineux.

Les cellules de la kernscheide ont une forme en général quadrangulaire, mais quelquefois aussi plus ou moins ovalaire ou même triangulaire, le grand diamètre de la cellule est toujours dirigé suivant l'axe; la paroi est d'épaisseur à peu près égale sur toute la périphérie de la cellule. Nous remarquons encore que dans cette espèce les cellules de la kernscheide ont une tendance à se confondre avec les cellules adjacentes du bois et de l'écorce.

Le corps ligneux et la moelle n'offrent rien de particulier et ressemblent à ce qui a déjà été décrit précédemment. Les uns, Humboldt et Bompland, l'attribuent au smilax syphilitica, d'autres, comme Pereira, l'attribuent au smilax officinalis.

IV. — SALSEPAREILLE DE GUATEMALA.

Cette salsepareille d'un brun jaunâtre est peu connue dans le commerce ; l'échantillon que j'ai analysé se présente sous forme de racines d'un brun jaunâtre, elles sont ridées longitudinalement d'une façon irrégulière, ont un aspect terne et terreux.

Le rapport des diverses parties représenté dans la fig. de la pl. n'offre rien de caractéristique, la couche corticale est très-développée en général.

A l'examen microscopique on trouve une couche de grandes cellules rondes et brunes qui forment l'épiderme; au-dessous l'épibléma formé de deux couches de cellules, à parois considérablement épaissies vers la périphérie; leur cavité est très-petite, et la couleur du rang le plus extérieur est d'un rouge orange très-foncé, le rang le plus interne est coloré en jaune clair; je n'ai point vu ce caractère chez d'autres espèces.

Les cellules de la couche corticale sont remplies de grains d'amidon, très-gros et très-nombreux.

Les cellules de la kernscheide se présentent sous la même forme que dans la salsepareille de la Vera-Cruz; seulement, elles sont bien plus régulièrement triangulaires; le sommet du triangle qui regarde l'axe de la coupe est bien plus aigu en général et l'épaississement de la partie correspondante de la paroi, plus considérable par conséquent.

Les vaisseaux se présentent comme ceux de la salsepareille Vera-Cruz. Les fibres ligneuses qui les entourent sont disposées

de la même façon; seulement leurs parois sont bien moins épaissies, et leur ouverture beaucoup plus large et assez régulièrement ovalaire devient cependant presque linéaire immédiatement contre la paroi des vaisseaux.

Les cellules rondes très-irrégulières de la moelle contiennent de très-gros grains d'amidon. Les cellules de la moelle pénètrent quelquefois très-profondément dans la couche ligneuse.

Robert Beutlay, en Angleterre, l'attribue au smilax papyracea.

V. — SALSEPAREILLE DU PÉROU.

Cette espèce est peu connue. M. Guibourt pense qu'elle est produite par le smilax obliquata.

Cette racine est assez petite, fauve, brunâtre, irrégulièrement striée longitudinalement.

A la coupe on observe que la moelle est très-développée et que son diamètre égale presque les diamètres réunis du corps ligneux, et de la couche corticale.

Toutes les cellules ligneuses ont dans la plupart des échantillons une teinte jaune si prononcée qu'on les confond facilement avec les cellules de la kernscheide.

On trouve d'abord les grandes cellules épidermiques brunâtres à parois minces, au-dessous trois couches de cellules polyédriques irrégulières, également épaissies sur toute leur circonférence, elles sont colorées en jaune et forment l'épibléma.

Les cellules de la kernscheide ont une forme plus ou moins quadrangulaire; elles sont colorées en jaune et leurs parois, d'égale épaisseur sur toute leur circonférence, se confondent facilement avec les cellules ligneuses sous-jacentes; elles sont peu

épaissies. Du reste, elles ne présentent pas d'autres caractères remarquables.

Plus au centre nous trouvons la moelle, dont les cellules rondes au centre se déforment d'autant plus qu'elles s'approchent des faisceaux fibro-vasculaires. Elles finissent par ressembler si bien aux cellules ligneuses, qu'on les confond facilement avec elles. Elles ne contiennent qu'un petit nombre de grains d'amidon ; mais ce qu'il y a de plus remarquable dans cette espèce, et ce que nous n'avons retrouvé nulle part ailleurs dans les racines de smilax, c'est que l'on trouve quelques gros vaisseaux entourés de trois ou quatre couches de cellules ligneuses; ils semblent être venus s'égarer au milieu de la moelle : ce caractère me paraît très-caractéristique. Du reste nous voyons, d'après la description, qu'il y a des différences de structure qui empêcheraient toute confusion avec les espèces précédentes.

VI. — SALSEPAREILLE DU BRÉSIL.

Cette salsepareille, qui vient de Para et Maranham, est souvent encore connue sous les noms de salsepareille de Para, de Lisbonne, du Portugal; elle est en bottes cylindriques de racines de 1 mètre de long liées avec des tiges de timbotitica. Les racines sont dépourvues de souches d'un rouge terne, striées longitudinalement, assez régulièrement.

La coupe transversale nous montre les cellules épidermiques noirâtres que l'on trouve partout, puis la zone de l'épibléma formée de deux ou trois couches de cellules moyennement épaissies dans leur partie la plus périphérique. Au-dessous, la zone corticale modérément développée et formée par des cellules polyédriques ovalaires gorgées de gros grains d'amidon.

Les cellules de la kernscheide, bien que la forme triangulaire ovalaire domine, présentent en général toutes les formes précédemment décrites; c'est donc par son irrégularité qu'on la distingue des autres.

Les vaisseaux disséminés au milieu du ligneux n'offrent rien de particulier, pas plus que les cellules ligneuses qui sont fortement épaissies surtout près des vaisseaux.

Les cellules de la moelle, très-régulièrement arrondies, se présentent avec le même aspect que dans la salsepareille de la Vera-Cruz, et sont gorgées de gros grains d'amidon.

Cette salsepareille est attribuée à des smilax qui croissent sur le bord des Amazones; son origine n'est pas bien connue, on l'a attribuée au smilax papyracea syphilitica et oficinalis.

VII. — SALSEPAREILLE LIGNEUSE.

Cette racine que certains auteurs ne classent pas parmi les salsepareilles est cependant le produit d'un smilax que M. Guibourt dit provenir de Mexico.

Remarquable par le volume de ses racines et de ses souches. Les racines ont quelquefois 8 et 9 millimètres de diamètre, elles sont longues, droites, fortement ridées longitudinalement, d'un brun gris rougeâtre plus ou moins foncé, un meditullium ligneux très-gros. Dans la plupart des échantillons que je me suis procurés la moelle manque complétement et est remplacée par un canal central longitudinal, résultat de la destruction des cellules; je m'en suis cependant procuré où ce désordre ne s'était point produit.

A l'examen microscopique, on trouve l'épibléma formé de trois rangées de cellules à parois épaisses, colorées en marron. Au-dessous, la partie corticale assez épaisse est

constituée par des cellules très-irrégulières à parois délicates où je n'ai trouvé ni amidon ni cristaux.

Les cellules de la kernscheide présentent ici une disposition que nous n'avons point encore rencontrée dans aucune des espèces précédentes. Leur paroi est très-épaissie vers la partie qui regarde le centre et elle diminue d'épaisseur à mesure que l'on s'éloigne du centre et dans la partie qui regarde la circonférence, la paroi devient extrêmement mince; il faut alors regarder attentivement pour l'apercevoir. La cavité de la cellule représente assez bien la forme d'un chapeau de feutre dont le fond regarde l'axe de la racine.

La zone ligneuse est parsemée de vaisseaux sur deux rangs, le rang externe est formé de vaisseaux très-petits, le rang interne au contraire est formé de vaisseaux très-gros; ils sont plongés au milieu de fibres à parois moyennement épaissies et à cavité ovale irrégulière bien plus grande que dans la plupart des smilax décrits.

Le centre de la racine est occupé par une moelle à cellule délicate très-irrégulière où l'examen le plus attentif ne m'a rien fait découvrir.

VIII. — JAPICANGA.

La racine de japicanga, qui vers 1820 a été importée en France, est un produit d'un smilax, comme nous allons le voir. L'échantillon qui va servir à ma description provient d'une caisse de droguerie envoyée par le Brésil à l'exposition de 1866.

Cette racine se présente en petites bottes de 30 à 50 centimètres de long. Elle est pourvue d'un épiderme gris jaunâtre fortement ridé par la dessiccation, la partie corticale est jaunâtre, molle, gluante comme gorgée d'un suc mielleux. A l'intérieur

on trouve un corps ligneux blanchâtre cylindrique percé au centre d'un large canal; c'est un bon caractère objectif pour distinguer ce produit des salsepareilles officinales dont le cœur est plein.

Ceux qui ont attribué ce produit à toute autre plante qu'à un smilax n'auraient pu le faire s'ils avaient consulté les caractères microscopiques, car la structure, sauf quelques particularités, se rapporte tout à fait à nos smilax.

Cellules épidermiques brunâtres.

Epibléma formé de trois couches de cellules fortement épaissies, très colorées en jaune. Une zone corticale assez développée, formée de cellules très-irrégulières, enchevêtrée lâchement en tous sens. Pas d'amidon, pas de cristaux.

Les cellules de la kernscheide diffèrent totalement de celles que nous avons décrites jusqu'à présent; elles ne présentent d'analogie qu'avec celles de la salsepareille ligneuse, mais elles sont plus épaissies encore vers la partie qui regarde le centre, la paroi de la partie opposée est extrêmement mince, la cavité de ces cellules a la forme d'un cœur dont la base ne serait point excavée. Elles sont colorées en jaune.

Au-dessous une zone ligneuse moyennement développée; les vaisseaux y sont disposés d'une façon irrégulière sur deux rangs, quelquefois trois ou quatre petits vaisseaux sont groupés ensemble. Les cellules ligneuses ont des parois épaissies; à mesure qu'elles se rapprochent de la moelle, elles s'arrondissent au lieu de rester allongées dans le sens du rayon; dans les couches qui sont en rapport avec les cellules de la moelle, le diamètre tangentiel finit par l'emporter sur le diamètre radial.

Les cellules de la moelle ont des parois très-peu épaisses, lâchement unies et laissent entre elles de grands méats triangulaires ou carrés, pas de contenu amylacé.

Dans la plupart de ces racines de japicanga la moelle a été détruite en partie.

Nous allons passer maintenant en revue quelques produits qui n'ont guère d'analogie avec les smilax, que des noms d'emprunts, ou des propriétés plus ou moins douteuses.

IX. — FAUSSE SALSEPAREILLE DE L'INDE.

Dumari vayr, ou salsepareille de Madras, provient du periploca indica (Lasclepias pseudocara Roxl.) de la famille des asclépiadées. D'après Anislie, elle remplacerait la salsepareille aux Indes.

Il est bien difficile de la confondre avec la salsepareille des racines grosses, brusquement sinueuse, à épiderme brunâtre, profondément sinué en travers et se détachant facilement d'un ligneux très-épais.

A la coupe on reconnaît nettement les caractères d'une plante dicotylédone. Nous trouvons d'abord plusieurs rangées de cellules épidermiques fortement aplaties dans le sens tangentiel et colorées en rouge ; une portion corticale dont les premières cellules participent à l'aplatissement de celles de l'épiderme, mais s'arrondissant dans tous les diamètres à mesure qu'on approche du ligneux ; ces cellules n'en sont pas moins très-irrégulières et contiennent des grains d'amidon très-gros et très-nombreux.

Entre les bois et l'écorce, rien d'analogue à la kernscheide. Le bois très-épais est formé de fibres ligneuses quadrangulaires plus ou moins arrondies, à parois assez minces et faiblement colorées en jaune. Ces fibres ligneuses sont disposées en files rayonnantes du centre à la périphérie, et le diamètre des vais-

seaux à parois assez épaisses que l'on y rencontre augmente du centre à la périphérie.

On voit donc immédiatement que ce produit n'a rien de commun avec les salsepareilles.

X. — SALSEPAREILLE GRISE DE VIRGINIE GUIB.

Désignée aussi sous le nom de salsepareille du Canada, de Virginie, d'Amérique, c'est la tige rampante de l'aralia nudicaulis.

L'aspect gris argenté que ce produit doit à son épiderme comme vernissé, les nodosités qu'il présente, et qui sont en général le point de départ du pétiole des feuilles, suffiraient à le faire reconnaître, bien qu'il ait parfois été mêlé à la salsepareille.

A la coupe l'épiderme assez épais présente assez bien l'aspect des colonnes de basalte. Il est formé de petites cellules fortement aplaties et à diamètre tangentiel, quatre ou cinq fois plus grand que le diamètre radial; elles sont en nombre quelquefois assez considérable dans une même file pour manquer presque complétement sur d'autres points; cet épiderme s'exfolie assez facilement.

Le tissu de la couche corticale est très-irrégulier, formé de cellules contenant des granulations amylacées, d'autres des druses abondants, des cellules plus petites disposées en cercles irréguliers ou en bandes sinueuses s'étendant du bois à la périphérie en traversant toute la zone corticale, ces cellules contiennent une fine granulation jaune verdâtre. Çà et là des amas de matières bien limitées dans leur forme, d'une couleur jaune orange très-foncée qui, d'après le professeur Planchon, seraient de la résine.

La couche ligneuse assez développée est formée par des files

de cellules à parois assez épaisses rayonnant du centre à la circonférence. Des vaisseaux disposés en un ou deux cercles incomplets à la circonférence du ligneux ne sont plus représentés dans la partie médiane que par quelques groupes de quatre ou cinq d'entre eux disposés d'une face plus ou moins marquée dans le sens du rayon. Vers la partie la plus interne, nous retrouvons de nombreux vaisseaux disposés irrégulièrement quoique en cercles appréciables autour de la moelle.

La moelle nous présente le même tissu et les mêmes éléments que nous avons déjà rencontrés dans la partie corticale.

XI. — SALSEPAREILLE D'ALLEMAGNE.

C'est le rhizôme mince et traçant du carex arenaria, facile à ne pas confondre avec une racine à cause de la présence d'écailles qui lui forment une gaîne complète.

La structure ne permet pas non plus la confusion. On trouve d'abord sept ou huit rangées de cellules, puis après on trouve une portion corticale assez épaisse formée de cellules assez régulières contenant un peu d'amidon. Ce tissu assez délicat se trouve çà et là parsemé de quelques amas de fibres ligneuses qui s'en distinguent nettement par leur teinte jaune, leur paroi épaisse et la petitesse de leur ouverture.

Pour la limite de la partie corticale nous trouvons une zone de cellules qui sont allongées et plus ou moins déformées dans le sens radial, elles sont colorées en jaune et rappelleraient assez bien la kernscheide des salsepareilles, mais elles se confondent avec les cellules ligneuses sous-jacentes qui forment un cercle bien défini du côté de l'écorce, mais très-irrégulier du côté de l'axe.

Nous trouvons jusqu'à cet axe des faisceaux fibro-vasculaires;

les faisceaux sont composés de deux ou trois vaisseaux à ouverture assez grande, entourés de quatre à six rangées de cellules ligneuses à parois épaisses, colorées en jaune. Ces faisceaux fibro-vasculaires sont disposés sur deux ou trois cercles concentriques au milieu d'un tissu cellulaire assez régulier qui remplit tous les intervalles.

FAUSSE SALSEPAREILLE ROUGE.

C'est la racine de l'agave cubensis Jacq. que l'on a cherché à substituer à la salsepareille rouge de la Jamaïque, bien qu'il n'y ait aucune analogie de propriété.

L'inspection de son écorce pourra à elle toute seule permettre de la différencier de tous les produits précédents. En effet, elle est formée de petites cellules hexagonales très-régulières ; les parois en sont très-épaisses, colorées en rouge. La cavité centrale a presque disparu.

Je n'ai point eu, comme je l'ai dit dans cette rapide étude, l'intention de faire l'histoire des salsepareilles, je n'ai voulu que donner l'ensemble des caractères anatomiques qu'elles présentent, j'ai choisi sous ce rapport celles qui m'ont paru les plus intéressantes. Des planches calquées sur les préparations qui m'ont servi à faire mes descriptions viendront singulièrement aider à l'intelligence du texte.

Je crois avoir choisi un des bons exemples de la matière médicale pour montrer toutes les ressources que peut présenter l'emploi du microscope dans la différence des espèces.

Des ipécas.

L'histoire naturelle médicale des ipécas n'est peut-être pas, au premier abord, si facile à faire au point de vue anatomique

que celle des salsepareilles; si certaines espèces nous présentent des caractères tout à fait certains, nous voyons dans d'autres les différences ne se constituer que par des caractères d'une délicate appréciation.

Nous distinguerons plusieurs espèces d'ipécas :

L'ipéca annelé gris rougeâtre; l'ipéca annelé gris noirâtre; l'ipéca annelé majeur ou de Carthage; l'ipéca strié du psychotria emetica; un ipéca connu dans le commerce sous le nom d'ipéca violet et qui présente aussi des stries longitudinales; l'ipéca violet.

Les autres racines décrites sous le nom d'ipéca appartiennent toutes à des familles différentes, surtout à celles des violacées, des apocynées, euphorbacées.

Nous citerons :

L'ionidium ipécacuanha, Marcutii, microphyllum, stouba.

Notre violette indigène (viola odorata) est un ipéca annelé gris rougeâtre.

Fourni par le cœphelis ipécacuanha (rubiacées), cet ipéca est facile à reconnaître d'entre toutes les espèces. Il se présente en petites racines grosses comme une forte plume d'oie, a un épiderme gris brun, une partie corticale cornée, très-amylacée, fortement appliquée sur un méditullium très-petit et auquel elle adhère parfaitement.

La coupe microscopique nous montre un épiderme assez fortement coloré en brun, formé par trois ou quatre assises de cellules, deux à trois fois plus longues dans le sens tangentiel que dans le sens radial.

Au-dessous nous trouvons une partie corticale constituée par des cellules à parois très-minces, polyédriques, très-irrégulières, deux fois plus développées en général dans le sens tangentiel que dans le sens radial; celles de la partie médiane de la couche corticale présentent ce caractère à un moindre degré; les cel-

lules disposées sur une série de cercles irréguliers autour du méditullium, affectant en même temps une disposition radiale, manifeste surtout dans les deux tiers internes ligneux, contiennent de nombreux grains d'amidon très-gros, à hile prononcé à un fort grossissement. De nombreux raphides se trouvent dispersés dans la masse cellulaire, et se trouvent toujours contenus dans une cellule propre. Nous avons pu, du reste, constater dans d'autres végétaux cette propriété des cristaux à être isolés dans des cellules propres. Les cellules qui viennent s'appliquer immédiatement sur le ligneux, sont plus petites et plus aplaties que celles du corps du parenchyme cortical.

Ce corps ligneux ne forme pas une coupe arrondie mais largement ondulée sur toute sa circonférence, présente des séries régulièrement radiées de cellules ligneuses plus ou moins irrégulièrement polyédriques ou arrondies, l'épaisseur de leur coupe est colorée en jaune citron. Toutes ces cellules sont gorgées de grains d'amidon analogues à ceux du parenchyme cortical. Ces files de cellules sont interrompues par un, deux, trois, ou un plus grand nombre de vaisseaux en général disposés radialement et reconnaissables facilement à l'absence de contenu, à leur ouverture en général un peu plus grande sans que ce caractère soit très-apparent, si ce n'est tout à fait au centre où leur diamètre restant à peu près le même que dans les autres parties celui des cellules diminue au contraire d'une façon très-notable.

IPÉCA ANNELÉ MAJEUR OU DE CARTHAGÈNE.

Reconnaissable à ses dimensions bien plus grandes que le précédent, à son écorce plus régulièrement striée mais bien

moins éraillonnée que dans l'espèce précédente, d'une couleur plus pâle; attribué par M. Guibourt à un autre cœphelis, n'est probablement qu'une simple variété, d'après l'étude des caractères microscopiques, car je retrouve un peu plus accentués peut-être tous ceux que j'ai attribués à l'ipéca annelé; les cellules sont partout gorgées d'amidon; on trouve de nombreux raphides; les cellules intermédiaires de la couche corticale sont plus manifestement égales dans tous les sens, celles de la couche qui s'applique sur le ligneux forment une zone un peu plus manifeste de cellules plus petites, et le ligneux dans quelques échantillons est plus ou moins régulier dans son contour.

Ces caractères, on le voit, viendraient à l'appui de ma thèse, car ils ne constituent pas des différences.

L'analyse chimique a donné à M. Lefort les nombres suivants :

10 grammes d'ipéca annelé officinal traité par le tamis donnent de 1 gr. 441 à 1 gr. 45 de tannate d'émétine; la même quantité d'ipéca de Carthagène donne 1 gr. 302 à 1 gr. 380. Ces nombres ne me paraissent pas devoir éloigner ces deux sortes, pas plus que l'analyse microscopique.

IPÉCA STRIÉ.

Cette espèce d'ipéca provient du psychotria emetica. C'est un échantillon provenant du droguier de l'école, dont je vais faire la description.

On sait que le caractère de la striation longitudinale suffira déjà à elle seule à le distinguer des espèces précédentes. Mais les caractères micrographiques viennent nous permettre de les distinguer très-facilement alors d'une espèce d'ipéca connue

sous le nom d'ipéca violet, qui présente aussi le caractère de la striation.

A la coupe nous trouvons d'abord une irrégularité, une sorte de large dentelure de la circonférence due précisément aux stries longitudinales; l'épiderme est, comme dans les espèces précédentes, formé par des assises de cellules très-aplaties; le parenchyme cortical est formé de cellules bien plus irrégulières et plus aplaties que précédemment, mais ayant des caractères analogues. Les grains d'amidon y sont très-nombreux, très-gros, mais les coupes les plus minces ont une couleur brunâtre assez uniforme que nous n'avons pas trouvée jusqu'ici. Les raphides y sont infiniment plus nombreux, surtout à la circonférence.

Le bois va nous fournir des caractères beaucoup plus accentués : découpé comme les autres sur sa circonférence extérieure, il est constitué par des files de cellules moins régulièrement radiées. Ces cellules ont une très-petite ouverture, des parois épaisses colorées en jaune, et l'examen le plus attentif ne m'y a pas fait découvrir de contenu granuleux. Cà et là quelques cellules paraissent contenir une matière résinoïde rougeâtre.

Les vaisseaux se présentent très-irrégulièrement disséminés dans la masse ligneuse.

Ils sont très-nombreux, très-gros, quoique à dimensions variables; leur ouverture, très-large sur la coupe, correspond souvent à cinq ou six rangées de cellules qu'ils interrompent, mais leur ouverture est parfois trente à quarante fois plus grande que celle des cellules ligneuses. Le diamètre des cellules ou des vaisseaux diminue en se rapprochant du centre qui ne présente pas de moelle.

On voit que par l'ensemble de la description il est très-facile

de distinguer une coupe de cet ipéca de celles dont nous avons déjà parlé.

IPÉCA VIOLET.

Cet ipéca, dont l'origine commerciale et botanique ne m'est pas connue, provient de la pharmacie centrale (Dorvault).

Il se présente en fragments qui ont de la ressemblance avec ceux de l'ipéca strié, psychotria emetica, ayant à peu près la même grosseur, mais ils sont bien plus longs, finement striés à la surface et dans le sens longitudinal; les racines sont peu tortueuses.

Le méditullium est en général relativement assez volumineux et très-adhérent au parenchyme cortical qui a une apparence cornée comme l'ipéca ordinaire, mais en conservant une mollesse bien plus grande. Ce parenchyme a une couleur d'un rose violet tout à fait spécial.

Par la macération dans l'eau le méditullium se gonfle peu, mais le parenchyne cortical se gonfle considérablement et devient à la longue presque translucide, ce qui est particulier à cette espèce.

Bien que ce produit ait pour la forme une certaine ressemblance avec l'ipéca strié, il n'en présente aucun des caractères à l'analyse microscopique, pas plus qu'au point de vue de ses propriétés émétiques, car il n'est pas vomitif.

Voici en résumé ce que la coupe nous fournit : un épiderme brunâtre formé de plusieurs assises de cellules, et au-dessous une partie corticale plus développée que dans aucune autre. Cependant le ligneux varie plus en dimension dans ce produit que dans aucun de ses congénères. Le tissu cortical est formé de cellules très-délicates, très-irrégulières, un peu

plus développées dans le sens tangentiel dans les deux tiers externes, disposées dans le sens radial dans le tiers interne. Toutes ces cellules sont remplies d'abondants raphides, mais pas un grain d'amidon.

Le bois qui présente une coque assez régulièrement arrondie est formé par des files rayonnantes de fibres ligneuses plus ou moins quadrangulaires ou ovales, arrondies; leur dimension diminue de la circonférence au centre. Les parois de ces cellules sont peu épaisses et sont colorées en jaune citron ; puis on trouve des vaisseaux qui ne se distinguent des cellules que par leur ouverture un peu plus large. Pas de contenu amylacé.

Un échantillon d'ipéca, provenant du droguier de l'école de pharmacie où il existe en petits fragments rougeâtres, est strié du reste comme le produit de l'échantillon dont nous venons de parler, et m'a présenté les mêmes caractères micrographiques.

D'après la description que je viens de faire, on voit qu'il est absolument impossible de confondre cet ipéca avec l'ipéca strié du psychotria emetica, car s'il y a analogie de forme, il n'y a pas la moindre ressemblance de structure. Je n'ai pas encore pu trouver l'origine botanique de cette racine.

IPÉCA ONDULÉ.

Cet ipéca est fourni par le richardsonia brasiliensis, plante très-voisine des céphœlis.

Il est de la grosseur du céphœlis ipécacuanha; mais ses racines, au lieu d'être striées, sont ondulées, gris blanchâtre à l'extérieur, blanc mat à l'intérieur, pourvues d'un méditullium ligneux.

A la coupe, on trouve un épiderme brunâtre dont les cellules n'ont rien de particulier, puis une couche corticale dont l'épaisseur ne dépasse pas celle du corps ligneux lui-même. Ces cellules irrégulières, à parois très-minces, sont gorgées de très-gros grains d'amidon qui masquent complétement leur forme. Du reste, dans aucun autre ipéca, nous ne les trouvons en si grand nombre. Quand nous supprimons par un lavage à chaud les grains d'amidon, nous voyons que dans toute la partie extérieure les cellules sont au moins deux ou trois fois plus allongées dans le sens tangentiel que dans le sens radial, le rapport se renverse quand on arrive auprès du corps ligneux. De nombreux raphides sont aussi disséminés dans le parenchyme cortical.

Le corps ligneux, comme on l'a vu, est très-développé par rapport à la couche corticale. Il est constitué par des cellules plus ou moins polygonales, irrégulières ; leurs parois sont assez épaisses, jaune clair; leur ouverture petite, très-irrégulière. Des vaisseaux très-gros et très-nombreux, rayés ou ponctués, inégaux dans leur dimension, plus petits en général en se rapprochant du centre, viennent interrompre les files de cellules.

RICHARDSONIA SCABRA.

Cette espèce, plus grêle dans ses dimensions, plus franchement ondulée que le richardsonia brasiliensis, m'a donné exactement les mêmes caractères microscopiques.

Nous allons maintenant décrire différentes racines dont l'importance est limitée; la plupart ne viennent pas en France et n'ont que des propriétés vomitives bien inférieures à celles des ipécas.

FAUX IPÉCACUANHA DU BRÉSIL.

Provient de l'ionidium ipécacuanha Vent., viola ipécacuanha L., Pombalia ipécacuanha Vandelli. De la famille des violacées.

C'est une racine ou tige radicante longue de 15 à 20 centimètres, ressemblant un peu à l'ipécacuanha ondulé. Cette racine, souvent bifurquée supérieurement et inférieurement, se termine vers la partie qui atteint le sol en un grand nombre de petites tiges ligneuses.

A la coupe, on reconnaît que le corps ligneux est infiniment plus développé que dans tous les ipécas précédemment décrits : il entre pour les deux tiers dans l'épaisseur de la racine. Un épiderme brunâtre recouvre une partie corticale constituée par des cellules formant un réseau inextricable; pas de granulations amylacées; quelques petits corps sphériques répandus par groupes et ressemblant à des spores brunâtres.

Le tissu ligneux légèrement découpé sur son contour est formé par des files de cellules ligneuses à forme polyédrique, triangulaire ou ovalaire ou polygonale irrégulière, dont les parois moyennement développées sont colorées en jaune. Un très-grand nombre de vaisseaux ponctués à grosses ouvertures, ce qui les fait facilement reconnaître des cellules ligneuses; ils sont très-nombreux et assez gros pour qu'avec une simple loupe, ce tissu paraisse criblé d'une infinité de pores comme la tige d'un jonc; les vaisseaux sont très-manifestement disposés en séries radiales jusqu'à l'axe de la racine.

On ne pourrait pas confondre cette racine avec l'ipéca ondulé, auquel elle ressemble parce que la partie corticale est bien plus mince et ne contient pas d'amidon, parce que les vaisseaux y sont bien plus nombreux et disposés en séries radiales bien autrement apparentes, etc.

AUTRE FAUX IPÉCA.

Produit par l'ionidium Marrutii ; la coupe se rapporte assez bien à la description précédente, cependant les cellules de la circonférence de la partie corticale sont bien plus distinctes et aplaties dans le sens tangentiel ; mais dans le tiers interne, ces cellules prennent une disposition radiale très-manifeste. C'est, je crois, le principal caractère distinctif, bien que les vaisseaux soient un peu moins nombreux.

AUTRE FAUX IPÉCA.

Ce produit, fourni par l'ionidium microphyllum, a, dans certains échantillons, une grande ressemblance avec l'ipéca ondulé, il est plus grêle et plus jaune à l'extérieur.

Le corps ligneux est, en général, relativement à la partie corticale, un peu moins développé que dans les deux espèces précédentes.

Les cellules de la partie corticale sont dans le quart externe très-aplaties et superposées de manière à former des colonnes radicales. Le reste du tissu est formé de cellules très-irrégulières, à parois minces, sans contenu granuleux d'amidon.

Le corps ligneux ressemble beaucoup à celui de l'ionidium ipécacuanha.

AUTRE FAUX IPÉCACUANHA.

Fournies par l'ionidium itouba pour la forme extérieure, ressemble assez aux espèces précédentes, mais l'épiderme est d'une couleur brune assez intense ; le corps ligneux est aussi

coloré en brun au lieu d'être jaune plus ou moins vif comme dans les espèces précédentes.

Mais l'analyse microscopique va nous le faire distinguer d'une façon bien autrement évidente. En effet, nous trouvons les cellules de la couche épidermique gorgées de gros grains d'amidon, de nombreux raphides s'y montrent aussi.

Le ligneux ne présente d'autre particularité que la dimension relativement très-grande de ses vaisseaux.

RACINE DE VIOLETTE.

Ces racines qui sont émétiques constituent notre ipéca indigène; on aurait pu s'attendre à trouver une certaine analogie de structure avec les espèces précédemment annoncées, mais il n'en est rien cependant, comme nous allons le voir.

A la périphérie nous trouvons trois ou quatre couches de cellules irrégulièrement polyédriques, à paroi mince, à cavité très-grande, contenant parfois des druses, comme on pourra s'en convaincre en regardant la figure. Immédiatement au-dessous nous voyons une couche corticale qui représente le tiers du diamètre total; elle est constituée par des rangées de cellules allongées et aplaties dans le sens tangentiel; ces cellules sont disposées d'une façon plus ou moins manifestement radiale.

Au-dessous, nous trouvons le corps ligneux qui ne conserve pas la même épaisseur sur toute sa circonférence, il est constitué par des files radiales de cellules ordinairement quadrangulaires, à parois moyennement développées. Pas de contenu dans ces cellules.

Les vaisseaux sont gros, à section ovale arrondie, disposés sans ordre appréciable.

Au centre, une moelle très-développée à cellules irrégulièrement arrondies, à parois minces. Ces cellules, beaucoup plus larges au centre qu'à la périphérie de la moelle, contiennent de nombreux druses de cristaux.

Nous voyons, par ces notions anatomiques, que l'on ne pourrait pas confondre les racines de violettes avec celles de certains ionidiums qui s'en rapprochent.

Je termine à regret un travail plein d'attraits, mais trop long pour le peu de temps relatif que je pouvais lui consacrer.

J'espère, cependant, par ces quelques notions très-incomplètes, avoir suffisamment établi l'importance pour le pharmacien de ces études micrographiques, naguère encore ignorées à l'école.

Vu et permis d'imprimer:
Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,
A. MOURIER.

Bon à imprimer:
Le Directeur de l'École,
BUSSY.

Vu:
E. BAUDRIMONT.

Imprimerie L. Toinon et Cᵉ, à Saint-Germain.

EXPLICATION DES PLANCHES

Toutes les figures sont faites avec la chambre claire d'Hartenact et les objectifs 4, 5, 7, 9 :

4	**qui donnent**	**diamètres.**
5	—	—
7	—	—
9	—	—

PLANCHE I

Figures.

1. — **Palmella cruenta.** — Type de végétal unicellulaire. Obj. 9.

2. — **Tuber cibarium.** — Spores contenues dans les thèques. Obj. 7. — Exemple de cellules rondes ou elliptiques. — Cette figure montre également la reproduction des cellules par multiplication des noyaux.

3, 4. — **Batrachospermum moniliforme.** — Végétal composé de cellules accolées les unes aux autres avec interposition de matière intercellulaire. Protoplasma visible dans les cellules. Obj. 4, 7.

PLANCHE II

5. — **Iris germinica.** — Face inférieure de l'épiderme de la feuille, montrant un parenchyme dont les cellules sont polygonales irrégulières. Obj. 4.

6. — **Lilium candidum.** — Coupe tranversale de la tige montrant des cellules arrondies ou ovalaires. — Méats intercellulaires triangulaires ou quadrilatères. Obj. 4.

Figures.

7. — **Scirpus lacustris** — Coupe transversale de la moelle. — Type de cellules étoilées. Obj. 4.

8. — **Colocasia odorata.** — Coupe transversale du pétiole. — Parenchyme polyédrique avec une portion de lacune dans laquelle proéminent des raphides. Obj. 4.

PLANCHE III

9. — **Quercus robur.** — Fibres ligneuses isolées. — Type du tissu fibreux simple et de la cellule allongée. Obj. 4

10. — **Lycopodium clavatum.** — Spores. — Cellules à trois faces dont l'une est convexe et les deux autres planes. Obj. 9.

11. — **Œnothera Lamarkiana.** — Pollen type de cellules triangulaires. Obj. 7.

12. — **Nephrodium filix mas** — Cellules tabulaires de l'épiderme.

13. — **Aristolochia sipho.** — Section verticale de la tige, montrant des cellules muriformes ou cubiques.

14. — **Quercus robur.** — Mêmes cellules prises dans les rayons médullaires du chêne. Obj. 7.

PLANCHE IV

15. — **Nostoc commune.** — Algue formée de cellules réunies par une gangue amorphe gélatineuse. — Type de substance intercellulaire. Obj. 7.

16. — **Callithamnion.** — Autre algue montrant la substance intercellulaire qui unit ses cellules. Obj 7.

17. — **Phœnix dactylifera.** — Fibres ligneuses isolées laissant voir les couches d'accroissement. Obj 7.

18. — Coupe transversale à travers un bois de flèche provenant de Java et montrant l'épaississement formé par le dépôt successif des couches. Obj. 7.

PLANCHE V

19. — **Phœnix dactylifera.** — Coupe en travers du périsperme montrant la disposition des cellules poreuses. — Obj. 7.

20. — **Phœnix dactylifera** — Coupe longitudinale. Obj. 7.

21. — **Sphagnum squarrosum.** — Cellules spiralées et poreuses. Obj. 5.

22. — **Colocasia odora.** — Grosse cellule polyédrique isolée. Obj. 7.

PLANCHE VI

23. — **Dracæna.** — Coupe longitudinale de la tige. — Cellules ponctuées contenant de l'amidon en certains endroits. Obj. 7.

Figures.

24. — **Echinopsis multiplex**. — Cellules contenant une lame en spirale. Obj. 7.

25 — **Œrides odoratum**. — Cellules spiralées fibreuses isolées provenant des racines aériennes. — Obj. 7.

26 — **Gymnogramma**. — Spores à surface réticulée. Obj 9.

27. — — — Cellules montrant la reproduction par division des noyaux (génération endogène).

28. —

PLANCHE VII

29. — **Pelaginella spinulosa**. — Feuille à cellules contenant de gros amas de chlorophylle amorphe. Obj. 7.

30. — **Helleborus niger**. — Coupe de la tige montrant des cellules dont le protoplasma s'est contracté. Obj. 4.

31. — **Conferva**. — Cellules contenant de gros grains de chlorophylle. Obj. 7.

32. — **Spirogyra**. — Disposition spiralée de la chlorophylle. Obj. 4.

33. — **Calamus aromaticus**. — Coupe de la tige en travers, montrant la disposition lacuneuse du tissu. Obj. 4.

PLANCHE VIII.

34. — **Asphodelus**. — Seconde enveloppe de la graine. — Cellules remplies d'une matière pigmentaire brunâtre, et formant un joli réseau polygonal. Obj. 4.

35. — **Vallisneria spiralis**. — Cellules prises dans la feuille, contenant de l'amidon en gros grains et de la chlorophylle. Obj. 7.

36. — **Fécule de pomme de terre**. Obj. 9.

37. — Idem. **Carma indica**. — Grain éclaté. Obj. 9

38. — **Potbss crassifolia**. — Coupe longitudinale de la tige. — Cellules contenant des raphides et des druses d'oxalate de chaux. Obj. 4.

PLANCHE IX.

39. — **Ficus elastica**. — Coupe verticale de la feuille. — Cellules contenant des cystolithes Obj. 4.

40. — **Rheum palmatum**. — Coupe en travers du pétiole. — Druses d'oxalate de chaux. Obj. 4.

41. — **Allium cepa**. — Epiderme de bulbe. — Cristaux. Obj. 4.

42. — **Begonia incarnata**. — Cellules contenant de l'amidon et des cristaux cubiques ou octaédrigues. Obj. 7.

Figures.

PLANCHE X.

43. — **Pinus sylvestris.** — Fibres ligneuses isolées montrant des ponctuations aréolées. Obj. 7.
44. — **Aristolochia sypho.** — Fibres ponctuées isolées. Obj. 4.
45. — **Taxus baccata.** — Fibres ligneuses à spiricule simple et double avec ponctuation. Obj. 7.
46. — **Populus alba.** — Vaisseaux ponctués aréolés. Obj. 7.
47. — **Yucca gloriosa.** — Fibres ligneuses à ponctuations obliques. Obj. 7.

PLANCHE XI.

48. — **Juniperus communis.** — Coupe longitudinale de la tige, montrant les ponctuations aréolées. Obj. 4.
49. — **Psdophyllum peltatum.** — Trachées isolées prises dans la tige. Obj. 7.
50. — **Balantium antarcticum.** — Vaisseaux scalariformes montrant le passage aux vaisseaux ponctués. Obj. 7.
51. — **Philsdendron giganteum.** — Coupe longitudinale de la tige montrant des cellules contenant à la fois de l'amidon, des raphides et des druses. — Vaisseaux ponctués, spiralés et réticulés. Obj. 4.

PLANCHE XII.

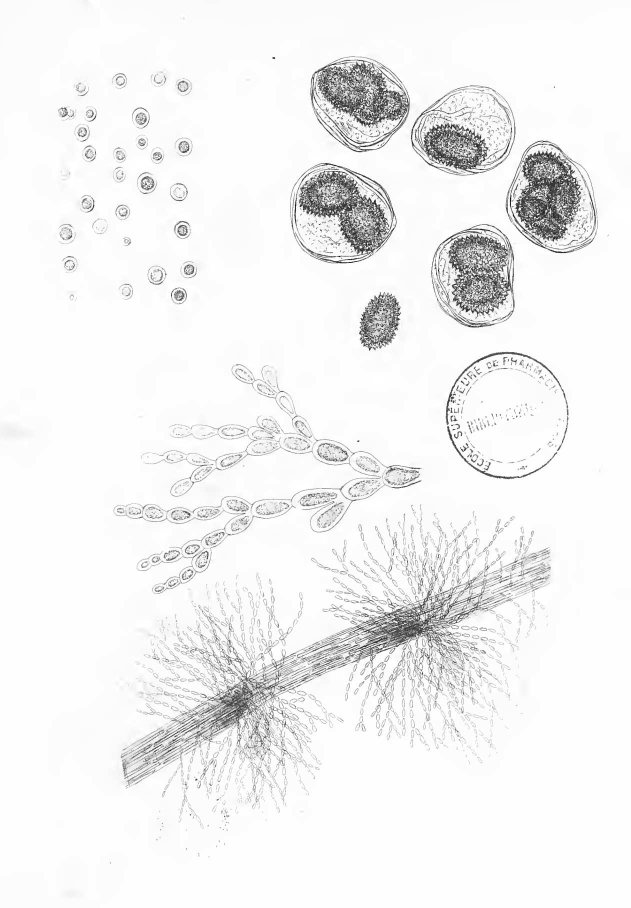
52. — Coupe transversale de la rhubarbe de France ou rhapontic, montrant la direction radiée des rayons médulaires.
53. — Fragment de la partie périphérique de la rhubarbe de France représentant l'aspect de sa surface.
54. — Coupe transversale de la rhubarbe de Chine montrant les zones d'étoiles très-marquées, et à la circonférence la radiation peu visible des rayons médullaires.
55. — Etoile grossie de la rhubarbe de Moscovie.
56. — Fragment de la partie extérieure de la rhubarbe de Moscovie montrant l'aspect losangique de sa surface.
57. — Coupe transversale de la rhubarbe de Chine.
58. — Coupe transversale de la salsepareille de Honduras (Vera-Cruz).
59. — Coupe transversale de la salsepareille rouge de la Jamaïque.
60. — Coupe transversale de la salsepareille caraque.

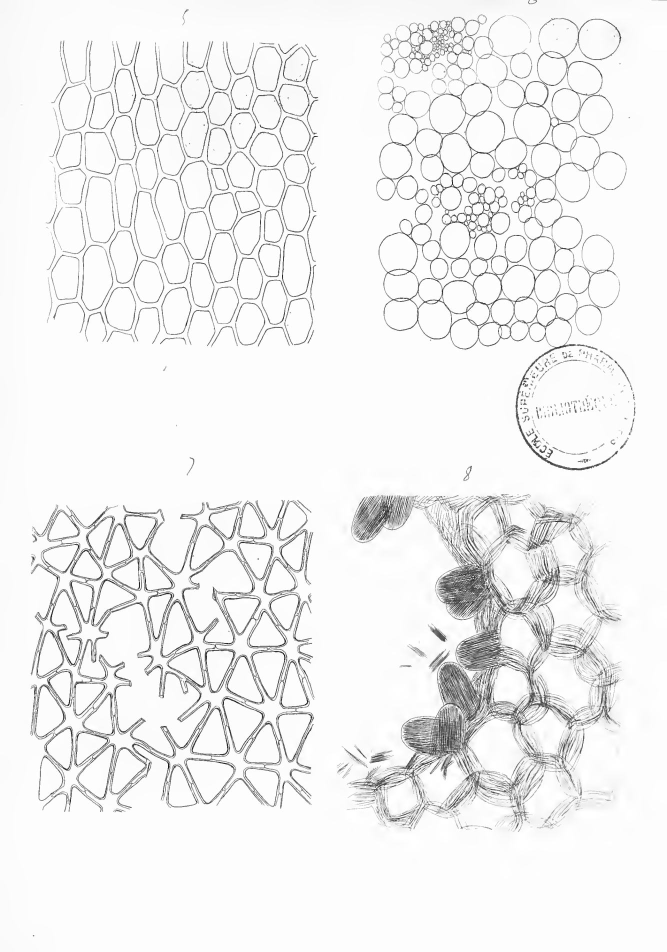
PLANCHE XIII.

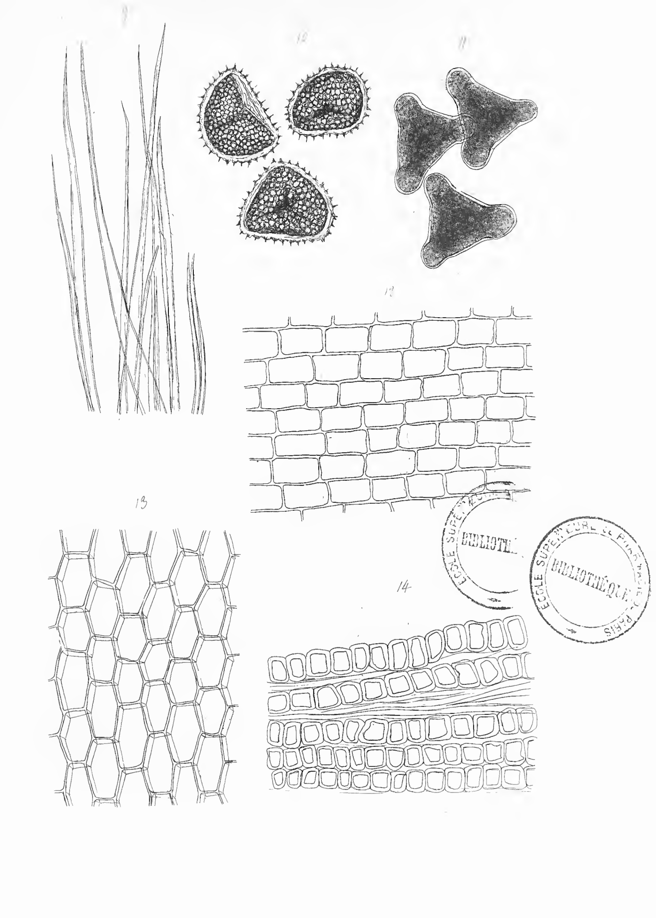
61. — Coupe transversale de la salsepareille de Guatemala.
62. — Id. id. id. du Pérou.
63. — Id. id. id. du Portugal.
64. — Id. id. id. ligneuse.
65. — Id. id. id. du Japicanga.
66. — Coupe transversale du Nunnary Vayr (Periploca indica).
67. — Coupe transversale de la salsepareille grise de Virginie (aralia nudicaulis).
68. — Coupe transversale de la salsepareille grise d'Allemagne (carex arenaria).

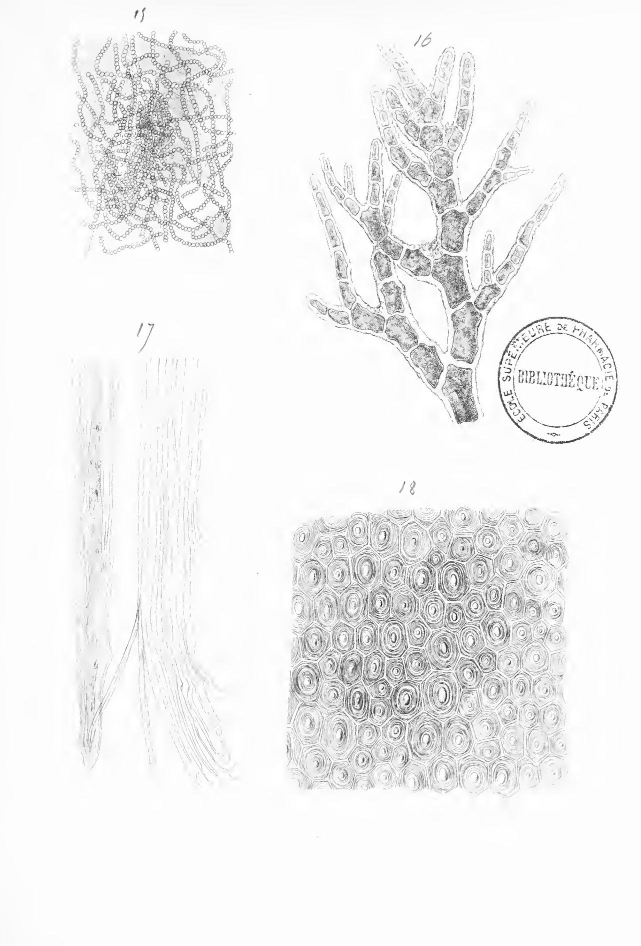
Imprimerie L. Toinon et Cie, à Saint-Germain.

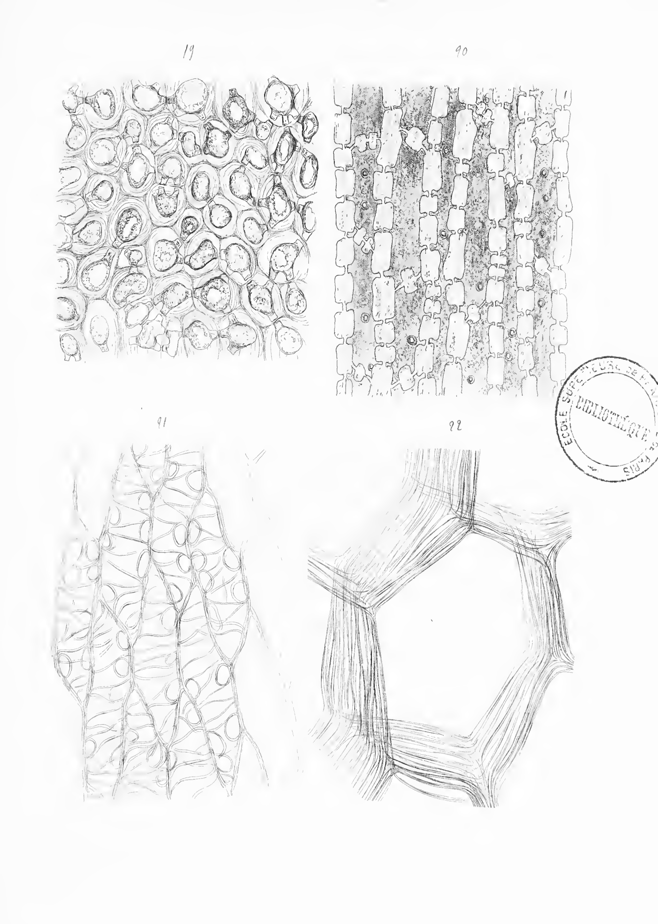


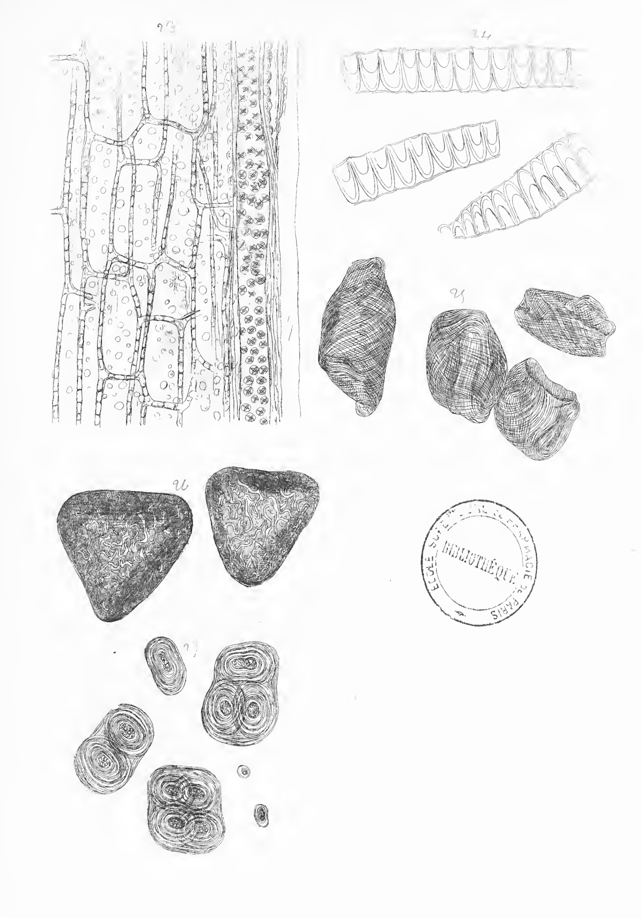


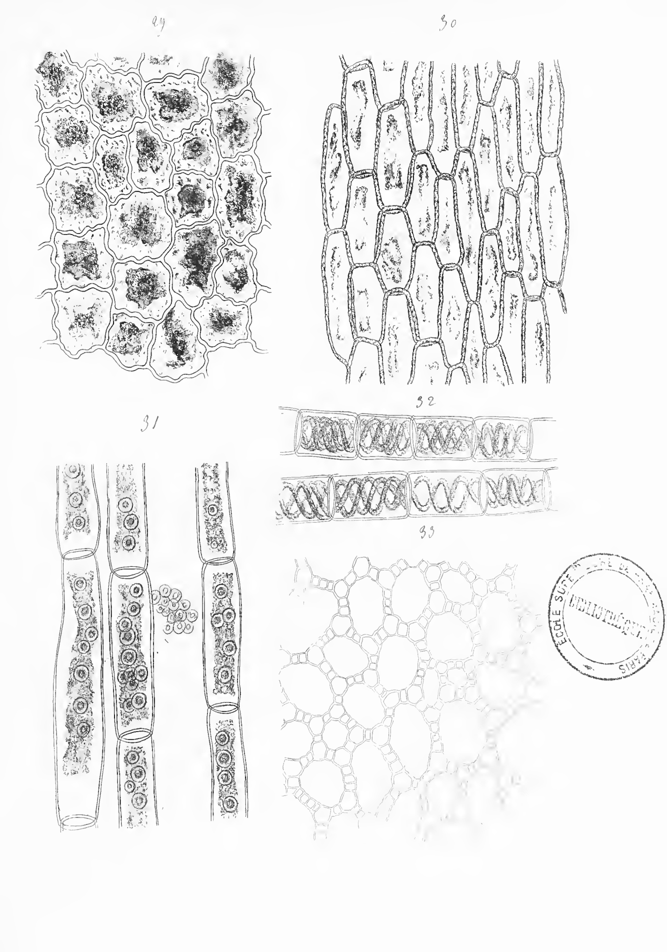

5
7
8

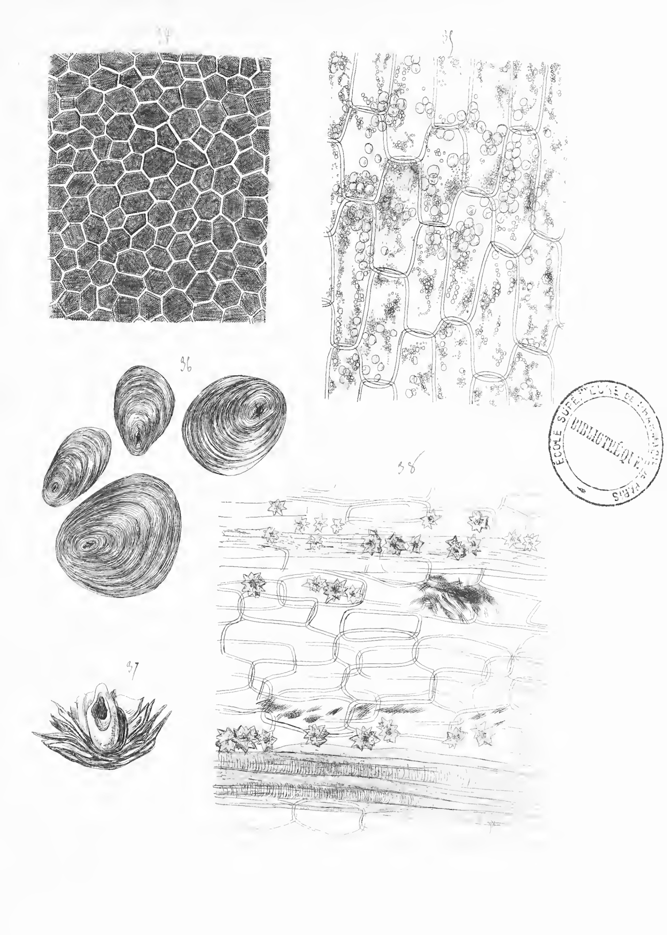

10
11
12
13
14
BIBLIOTHÈQUE

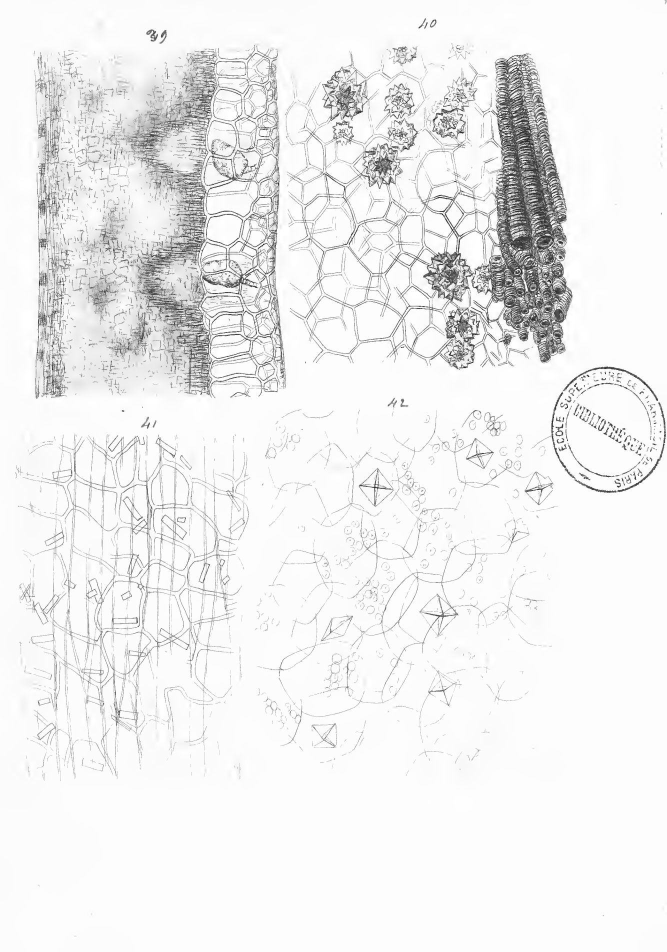

15
16
17
18
ECOLE SUPERIEURE DE PHARMACIE DE PARIS
BIBLIOTHÈQUE

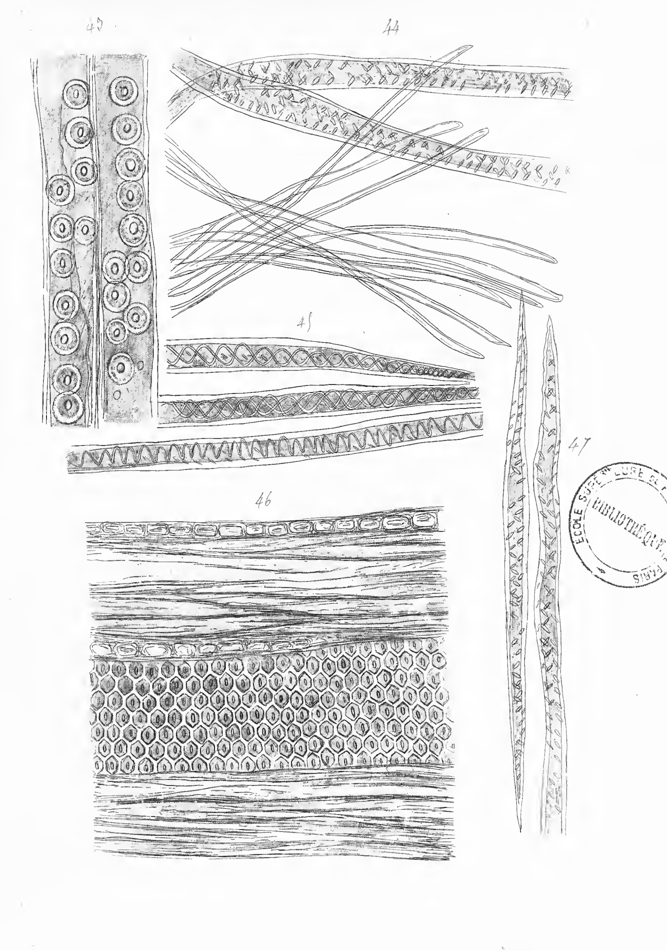

89
90
91
92

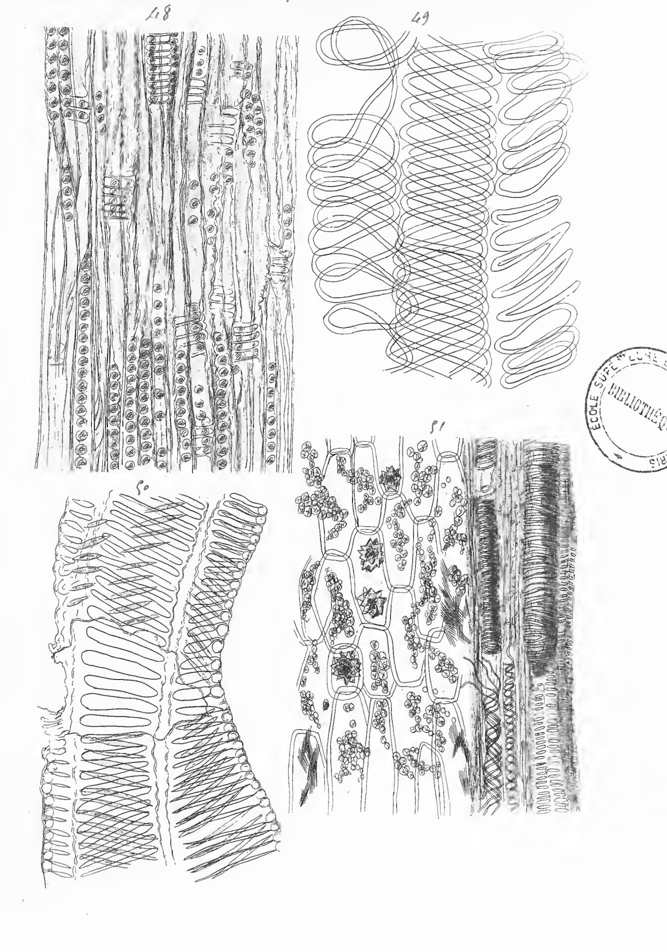

BIBLIOTHÈQUE


29
30
31
32
33


34
35
36
37
38


39
40
41
42


43
44
45
46
47


48
49
50
51

